



Application de la CFAO dentaire à la prothèse unitaire sur implant : illustration par un cas clinique

Elliott Coulet

► To cite this version:

Elliott Coulet. Application de la CFAO dentaire à la prothèse unitaire sur implant : illustration par un cas clinique. Médecine humaine et pathologie. 2016. dumas-01359639

HAL Id: dumas-01359639

<https://dumas.ccsd.cnrs.fr/dumas-01359639>

Submitted on 3 Oct 2016

HAL is a multi-disciplinary open access archive for the deposit and dissemination of scientific research documents, whether they are published or not. The documents may come from teaching and research institutions in France or abroad, or from public or private research centers.

L'archive ouverte pluridisciplinaire **HAL**, est destinée au dépôt et à la diffusion de documents scientifiques de niveau recherche, publiés ou non, émanant des établissements d'enseignement et de recherche français ou étrangers, des laboratoires publics ou privés.

APPLICATION DE LA CFAO DENTAIRE À LA PROTHÈSE
UNITAIRE SUR IMPLANT: ILLUSTRATION PAR UN CAS
CLINIQUE

Année 2016

Thèse n°42.57.16.16

THÈSE

Présentée et publiquement soutenue devant
la Faculté de Chirurgie Dentaire de Nice
Le 09 Juin 2016 par

Monsieur Coulet Elliott

Né le 07 Septembre 1988 à Nice
Pour obtenir le grade de

**DOCTEUR EN CHIRURGIE DENTAIRE
(Diplôme d'État)**

Examineurs :

Madame le Professeur
Monsieur le Docteur
Monsieur le Docteur
Monsieur le Docteur

L. LUPI-PEGURIER
E. LEFORESTIER
Y. ALLARD
A. PAUL

Président du jury
Directeur de thèse
Assesseur
Assesseur

CORPS ENSEIGNANT

56^{ème} section : DEVELOPPEMENT, CROISSANCE ET PREVENTION

Sous-section 01 : ODONTOLOGIE PEDIATRIQUE

Professeur des Universités : Mme MULLER-BOLLA Michèle
Maître de Conférences des Universités : Mme JOSEPH Clara
Assistant Hospitalier Universitaire : Mme PIERRE Audrey

Sous-section 02 : ORTHOPEDIE DENTO-FACIALE

Professeur des Universités : Mme MANIERE-EZVAN Armelle
Maître de Conférences des Universités : M. FAVOT Pierre
Assistante Associée-Praticien Associée : Mme OUEISS Arlette
Assistant Hospitalier Universitaire : M. BUSSON Florian

Sous-section 03 : PREVENTION, EPIDEMIOLOGIE, ECONOMIE DE LA SANTE, ODONTOLOGIE LEGALE

Professeur des Universités : Mme LUPI-PEGURIER Laurence
Assistant Hospitalier Universitaire : Mme SOSTHE Anne Laure
Assistant Hospitalier Universitaire : Mme BORSA Leslie

57^{ème} section : SCIENCES BIOLOGIQUES, MEDECINE ET CHIRURGIE BUCCALE

Sous-section 01 : PARODONTOLOGIE

Maître de Conférences des Universités : M. CHARBIT Yves
Maître de Conférences des Universités : Mme VINCENT-BUGNAS Séverine
Assistant Hospitalier Universitaire : Mme LAMURE Julie
Assistant Hospitalier Universitaire : M. RATHELOT Benjamin

Sous-section 02 : CHIRURGIE BUCCALE, PATHOLOGIE ET THERAPEUTIQUE, ANESTHESIE ET REANIMATION

Professeur des Universités Associées : Mme MERIGO Elisabetta
Maître de Conférences des Universités : M. COCHAIS Patrice
Maître de Conférences des Universités : M. SAVOLDELLI Charles
Maître de Conférences des Universités : M. HARNET Jean-Claude
Assistant Hospitalier Universitaire : M. PAUL Adrien

Sous-section 03 : SCIENCES BIOLOGIQUES

Professeur des Universités : Mme PRECHEUR SABLAYROLLES Isabelle
Maître de Conférences des Universités : Mme RAYBAUD Hélène
Maître de Conférences des Universités : Mme VOHA Christine

58^{ème} section : SCIENCES PHYSIQUES ET PHYSIOLOGIQUES ENDODONTIQUES ET PROTHETIQUES

Sous-section 01 : ODONTOLOGIE CONSERVATRICE, ENDODONTIE

Professeur des Universités : Mme BERTRAND Marie-France
Professeur des Universités : M. MEDIONI Etienne
Professeur Emérite : M. ROCCA Jean-Paul
Maître de Conférences des Universités : Mme BRULAT-BOUCHARD Nathalie
Assistant Hospitalier Universitaire : M. MORKOWSKI-GEMMI Thomas
Assistant Hospitalier Universitaire : Mme DUVERNEUIL Laura
Assistant Hospitalier Universitaire : M. GANDJIZADEH GHOUCHANI Mir-Payam

Sous-section 02 : PROTHESES

Professeur des Universités : Mme LASSAUZAY Claire
Maître de Conférences des Universités : M. ALLARD Yves
Maître de Conférences des Universités : M. LAPLANCHE Olivier
Maître de Conférences des Universités : Mme POUYSSEGUR-ROUGIER Valérie
Assistant Hospitalier Universitaire : Mme CERETTI Léonor
Assistant Hospitalier Universitaire : M. OUDIN GENDREL Antoine
Assistant Hospitalier Universitaire : M. SABOT Jean-Guy
Assistant Hospitalier Universitaire : M. SAMMUT Arnaud

Sous-section 03 : SCIENCES ANATOMIQUES ET PHYSIOLOGIQUES

Professeur des Universités : M. BOLLA Marc
Professeur des Universités : M. MAHLER Patrick
Maître de Conférences des Universités : Mme EHRMANN Elodie
Maître de Conférences des Universités : M. LEFORESTIER Eric
Assistant Hospitalier Universitaire : Mme CANCEL Bénédicte

À Madame le Professeur LUPI-PEGURIER Laurence

*Docteur en Chirurgie Dentaire
Docteur de l'Université de Nice Sophia-Antipolis
Professeur des Universités, Particien Hospitalier
Responsable de la sous-section Prévention, épidémiologie, économie de la Santé,
odontologie légale*

Je vous remercie très sincèrement d'avoir accepté et de me faire l'honneur de présider ce jury de thèse. L'écoute que vous avez pu me témoigner a beaucoup compté.
Veuillez trouver dans ce travail l'expression de mon profond respect et mes plus sincères remerciements.

À Monsieur le Docteur LEFORESTIER Eric

*Docteur en Chirurgie Dentaire
Docteur de l'Université de Nice Sophia-Antipolis
Maître de conférence des Universités
Praticien Hospitalier
Sous-section sciences anatomiques et physiologiques*

Je vous suis très reconnaissant d'avoir accepté d'encadrer et diriger cette thèse. Votre patience et votre savoir faire m'a beaucoup aidé dans la réalisation de ce travail.
Merci d'avoir pensé au choix de ce sujet qui m'a vraiment passionné et d'avoir su m'aiguiller tout au long de mes recherches.
Je vous prie de bien vouloir trouver ici l'expression de mon plus profond respect.

À Monsieur le Docteur ALLARD Yves

*Docteur en Chirurgie Dentaire
Docteur de l'Université de Nice Sophia-Antipolis
Maître de conférence des Universités
Praticien Hospitalier
Sous-section Prothèses*

Je tiens à vous remercier très sincèrement de faire partie de ce jury.
Votre professionnalisme et votre altruisme ont beaucoup compté pendant mes études. Vous resterez très certainement une inspiration dans ma vie professionnelle.
Veuillez trouver ici le témoignage de mon respect et de ma gratitude.

À Monsieur le Docteur PAUL Adrien

*Docteur en Chirurgie Dentaire
Spécialiste qualifié en Chirurgie Orale
Assistant Hospitalier Universitaire*

Sous-section Chirurgie Buccale, pathologie et thérapeutique, anesthésie et réanimation

Je te suis très reconnaissant d'avoir accepté de participer à ce jury de thèse. Nous avons eu que peu d'occasions de travailler ensemble mais elles ont toutes été enrichissantes professionnellement et humainement.

En espérant que dans le futur ces rencontres soient plus nombreuses, je te demande de trouver dans ce travail l'expression de mon profond respect ainsi que mon amitié.

*À mes parents, mon frère, Giulia et César... à mon parrain,
et à tous ceux qui comptent (... et qui se reconnaîtront) !*

TABLE DES MATIÈRES

INTRODUCTION	7
I. L’empreinte optique en dentisterie : généralités	8
I.1. Rappel historique et définition	8
I.2. La chaîne numérique	9
I.2.1. Les scanners intra-oraux.....	9
I.2.2. Le logiciel de modélisation : CAO.....	9
I.2.3. Le logiciel de fabrication et les machines outils : FAO.....	10
I.3. Description des différentes techniques de CFAO	11
I.3.1. La CFAO directe.....	11
I.3.3. La CFAO indirecte.....	11
I.3.2. La CFAO semi-directe.....	11
I.4. Technique de prise d’empreinte optique en bouche	13
I.5 Précision et efficacité de la CFAO dentaire	14
II. CFAO & Prothèse sur implant	15
II.1 Les principaux systèmes d’empreinte optique sur le marché et les possibilités en empreinte sur implant :	15
II.1.1. Description du système CEREC de la société Sirona.....	15
II.1.2. Description du système Trios de la société 3Shape.....	20
II.1.3 Description du système True Definition Scanner de la société 3M.....	22
II.1.4. Description des solutions proposées par la société Carestream Dental.....	27
II.1.5 Description des solutions proposées par la société Planmeca/E4D.....	29
II.1.6 Description du système iTero de la société Cadent.....	31
II.1.7 Tableau récapitulatif des systèmes d’empreinte optique évoqués.....	33
II.2 Différents moyens pour réaliser des empreintes sur implants	34
II.2.1. Les corps de scannage (Scanbodies).....	34
II.2.2. Les vis de cicatrisation scannables.....	40
II.3. Les différents types de restaurations supra-implantaires envisageables réalisées en CFAO	48
II.3.1. Les piliers personnalisés et leurs couronnes.....	48
II.3.2. Les bases titanes : piliers hybrides et couronnes monolithiques.....	51
CONCLUSION	65
TABLE DES ILLUSTRATIONS	66
BIBLIOGRAPHIE	71

INTRODUCTION

Depuis une vingtaine d'année, notre profession est entrée à grand pas dans le domaine du numérique.

Sous l'influence des travaux précurseurs du Pr. François Duret, réalisés à partir des années 70, la dentisterie digitale et plus précisément l'empreinte optique intra-buccale, s'est développée de manière étonnante.

Depuis l'introduction dans le marché du système CEREC de Sirona, un nombre grandissant de marques proposent des solutions qui permettent la conception et la fabrication assistée par ordinateur (CFAO) de prothèses fixes.

Parallèlement à cette offre croissante, cette technologie propose aujourd'hui un panel de plus en plus important de possibilités thérapeutiques.

Elles permettent ainsi au chirurgien-dentiste de réaliser des prothèses unitaires ou plurales au sein même de son cabinet et s'ouvre depuis peu au domaine de la prothèse sur implant.

Ainsi, davantage de marques spécialisées en implantologie proposent leurs propres systèmes de scannage de la position des implants en vue de la réalisation de restaurations supra-implantaires.

Le but de ce travail est, après avoir rappelé les bases de la CFAO en dentisterie, de montrer les différents scanners intra-oraux et machines outils que proposent les industriels ainsi que leur application en prothèse sur implant.

Secondairement nous exposerons les différentes solutions que le chirurgien-dentiste peut utiliser afin d'enregistrer numériquement la position d'un implant en bouche.

Nous développerons ensuite les différents types de restaurations supra-implantaires envisageables à ce jour.

Enfin, nous illustrerons ce travail au travers de cas cliniques, le premier tiré d'un article et le deuxième issu d'un travail personnel lors de mon stage actif.

I. L’empreinte optique en dentisterie : généralités

I.1. Rappel historique et définition

L’application du système d’empreinte optique en dentisterie est un procédé imaginé au début des années 70 par le Pr. François Duret et conceptualisé dans sa thèse en 1973.

Dès ses débuts le Pr. Duret imaginait un système permettant au praticien de modéliser numériquement une arcade dentaire grâce à un scanner intra-oral permettant ainsi de conceptualiser informatiquement le travail prothétique souhaité et par la suite de matérialiser ce travail. (1)

De nos jours, le système imaginé il y a maintenant 40 ans intègre tous ces éléments et est reconnu sous le sigle CAO-FAO soit l’abréviation CFAO signifiant conception et fabrication assistées par ordinateur.

Historiquement, dans les années quatre-vingt, le système Hennson [Fig.1] intégrant un scanner intra-oral, un ordinateur avec ses logiciels et la machine-outil, est le premier à voir le jour, pourtant c’est le système CEREC développé par la société Sirona qui verra son fonctionnement se développer largement. (2)

Jusqu’en 2005, le professeur François Duret se demandait encore, dans un article pour le magazine Stratégie Prothétique si l’empreinte optique pouvait un jour se focaliser sur une technique purement intra-buccale. (3)

En 2007, à l’I.D.S de Cologne, la société Sirona était encore la seule à proposer son système destiné à une utilisation en cabinet dentaire directement au fauteuil : le CEREC Bluecam. En 2009, plus de 5 marques étaient présentes, en 2011 plus d’une dizaine de systèmes étaient manipulables. (2)

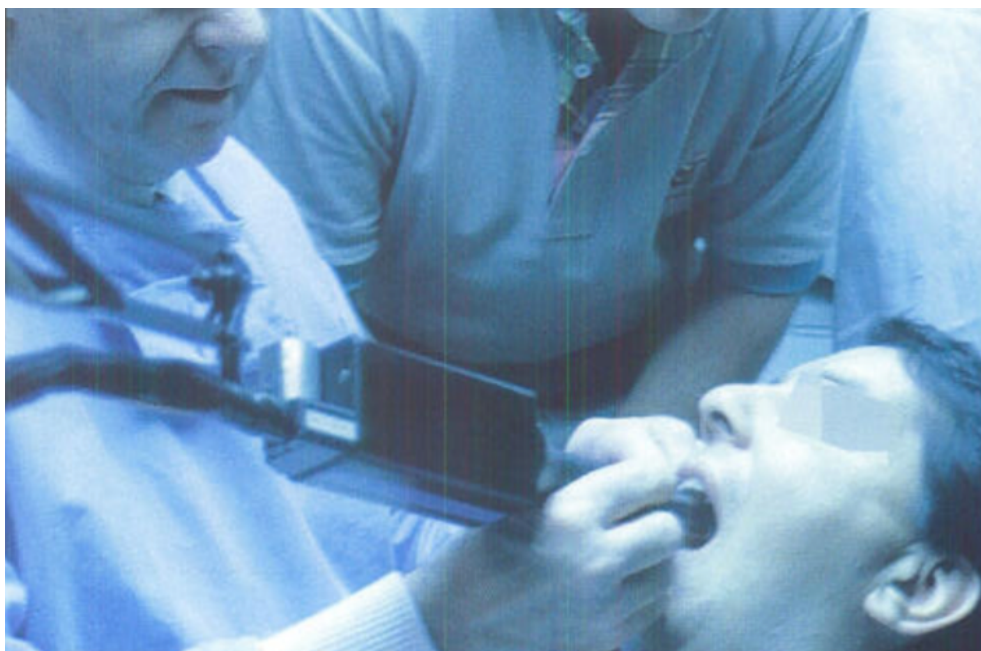


Figure 1 : Prise de vue intra-buccale avec la caméra Hennson

I.2. La chaîne numérique

De manière globale nous pouvons résumer le système CFAO appliqué à la dentisterie par trois maillons consécutifs :

- La numérisation à l'aide d'un scanner intra-oral
- La conception assistée par ordinateur (CAO) grâce à un logiciel de modélisation
- La fabrication assistée par ordinateur (FAO) grâce au logiciel de fabrication connecté à une machine outil.

Ces trois éléments peuvent être commercialisés de manière indépendante ou intégrés à un package dépendant des différentes propositions commerciales propres à chaque marque. (4,5)

I.2.1. Les scanners intra-oraux

Ils sont les premiers intervenants de la chaîne numérique. Leur principe est de numériser les tissus biologiques dentaires et parodontaux intéressants le praticien.

Il existe différentes techniques d'enregistrement de l'image, le plus utilisé est le système de triangulation active : un émetteur envoie une lumière qui sera réfléchiée par un objet (les tissus dentaires et muqueuses) et réceptionnée par un capteur dit CCD. Le système CEREC (Sirona) utilise cette technique. (6)

Le scanner iTero utilise la technique d'imagerie parallèle confocal : il y a combinaison d'un faisceau laser avec un scanner optique de manière à réaliser des clichés dans des plans de mise au point espacés d'environ 50 µm. (7)

La méthode de focalisation/défocalisation colinéaire est utilisée par la marque Lava (3M - ESPE) sur son scanner True Definition Scanner. (8)

I.2.2. Le logiciel de modélisation : CAO

Il donne la possibilité de concevoir une prothèse virtuelle à partir des images recueillies précédemment par la caméra optique.

On parle de deux sous-flux : le flux de post-traitement des données et le flux de conception des données.

Ils permettent le traitement des données enregistrées lors de la phase de scannage en une représentation virtuelle, ce qui rend possible la conception prothétique.

Ils représentent un gain de temps et de précision car ces logiciels peuvent être utilisés directement par le praticien qui désire « designer » lui-même ses prothèses.

Ceci est rendu possible par l'utilisation d'une base de données prédéfinie de dents, de restaurations types, et d'une batterie de paramètres permettant cette conception. (5,9,11)

Le format principalement utilisé en CFAO dentaire est le format Standard Tessellation Language répondant au sigle STL. Il s'agit d'un format ouvert c'est à dire pouvant être utilisé dans différents logiciels de CFAO.

Ce format est intéressant dans la mesure où il permet au praticien de travailler avec différents laboratoires et de maximiser ainsi le potentiel de ses investissements.

Les systèmes fermés (exemple : CEREC) sont différents dans la mesure où ils imposent au praticien que le travail de scannage, conception et fabrication soit géré par une seule et même société. (12)

I.2.3. Le logiciel de fabrication et les machines outils : FAO

Il s'agit d'un programme informatique qui permet de réaliser un processus d'usinage virtuel de la prothèse numériquement conçue et qui génère le programme nécessaire à la commande de l'usineuse.

Ce processus s'intègre dans une chaîne de flux numérique permettant le traitement des informations obtenues lors de la phase de CAO. (5)

Aujourd'hui la plupart des logiciels de conception intègre le logiciel de fabrication : CAO et FAO sont donc souvent gérées par le même logiciel.

Ainsi les machines outils sont directement connectées à ces programmes qui leur transmettent les informations nécessaires à la taille du matériau choisi.

On distingue différents types de machines outils [Fig.2] :

- Les usineuses destinées à l'utilisation en cabinet : elles ne permettent que l'usinage de matériaux de type céramique.
- Les machines outils dont l'usage est dédié aux laboratoires de prothèse, avec une gamme de matériaux prothétiques utilisables plus larges (les métaux peuvent être travaillés) et une élaboration dans l'usinage plus élevé.
- Les machines d'usinages utilisées dans les centres de productions au niveau industriel (automobile, aéronautique etc ...) (6,11)



Figure 2 : Exemple des 3 types d'usineuses

I.3. Description des différentes techniques de CFAO

Il existe trois procédés qui permettent de réaliser des prothèses dentaires et qui utilisent le principe de CFAO [Fig.3] :

- La CFAO indirecte
- La CFAO directe
- La CFAO semi-directe

I.3.1. La CFAO directe

Il s'agit d'une technique en un temps opératoire qui se déroule dans un même lieu : le cabinet dentaire.

La CFAO directe a été permise par le développement du système CEREC qui a été le premier à proposer une chaîne numérique autorisant le dentiste à pratiquer ce type de travail au sein même de son cabinet.

Cette technique exige donc que le praticien soit équipé d'un matériel allant du scanner intra-oral à l'usineuse en passant par les logiciels de CAO et FAO.

Il permet ainsi une « dématérialisation » très intéressante (stockage, stabilité des matériaux) mais aussi un gain de temps non négligeable (intérêt biologique, mécanique et pratique) pour le dentiste et son patient lié au fait qu'une seule séance est nécessaire.

Les industriels ont parallèlement prévu, pour permettre aux praticiens soucieux de réaliser des prothèses « esthétiques » la possibilité de réaliser un maquillage de la prothèse obtenu. (13,14)

I.3.3. La CFAO indirecte

Cette technique ne fait intervenir les systèmes numériques que dans une seconde phase purement laboratoire.

Le praticien réalise son empreinte de manière conventionnelle au cabinet dentaire, qui va être ensuite coulée dans un plâtre de précision pour être ensuite numérisée par le prothésiste grâce à l'utilisation d'un scanner extra-oral.

L'objectif est d'obtenir un maître model numérique le plus fidèle à la réalité, donc le plus fidèle au modèle en plâtre si celui-ci a été réalisé rigoureusement. (14,15)

On peut décrire cette technique par 5 étapes essentielles :

- Une étape préparatoire (analyse des modèles en plâtre)
- Les étapes de scannages (mécanique par palpation ou optique point par point)
- Paramétrages (limites des préparations, axe d'insertion sont analysés)
- Modélisation
- Usinage (sur place ou délocalisée) (16)

I.3.2. La CFAO semi-directe

Celle-ci est réalisée en deux temps.

Premièrement nous avons une phase clinique de réalisation de l'empreinte optique en bouche au cabinet par le praticien.

Deuxièmement, après transfert des informations numériques via internet, le prothésiste pourra réaliser les étapes de conception et fabrication assistées par ordinateur.

Cette technique permet ainsi de maintenir un niveau d'exigence de réalisation prothétique élevé : le praticien pourra demander la réalisation de pièces prothétiques non réalisables en cabinet (bridges de grande étendue, usinage du métal, stratification de la céramique) tout en bénéficiant des qualités cliniques et techniques de l'empreinte optique au cabinet. (17)

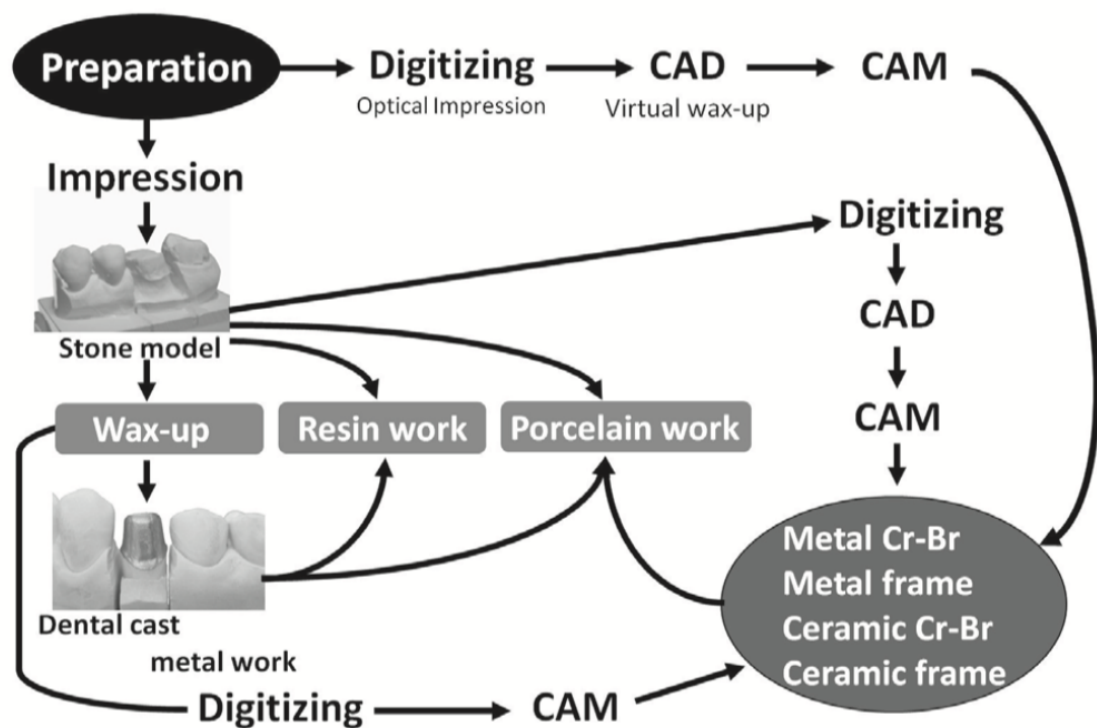


Figure 3 : Schéma illustrant les possibilités de travail en CFAO

I.4. Technique de prise d'empreinte optique en bouche

La finalité est la reproduction la plus fidèle des tissus dentaires et parodontaux de manière numérique. À ce titre, il s'agit de réaliser une succession de clichés sous différents angles de la zone à restaurer mais aussi des dents adjacentes et opposées.

On définit ainsi trois grandes types de prises de vues :

- Les vues de la zone de préparation
- Les vues des surfaces antagonistes
- Les vues vestibulaires qui permettent de rapprocher les deux arcades en occlusion statique

Cette dernière demande que le patient soit en position d'intercuspidie maximale pendant que l'opérateur positionne le scanner intra-oral de manière à enregistrer les faces vestibulaires des arcades maxillaire et mandibulaire. Il s'agit de la dernière étape lors de la prise d'empreinte numérique puisqu'elle permet le repositionnement occlusal des arcades précédemment enregistrées.

De nos jours il existe des systèmes qui nécessitent un poudrage des surfaces (CEREC Bluecam) et d'autres systèmes plus élaborés qui en sont dépourvus. Celui-ci a pour rôle d'augmenter et de régulariser la réflexion de la lumière projetée sur la dent. L'opérateur aura pris le soin de rincer et sécher la zone à enregistrer.

Les limites cervicales de la dent préparée peuvent être supra, juxta et sous-gingivales, bien que le praticien, s'il le peut, devra tenter de maintenir cette limite au dessus de limite gingivale. En effet l'humidité et le manque de lumière de la zone sulculaire sont des freins à un enregistrement numérique optimal.

Les techniques de dégagement sulculaire seront identiques à celles réalisées traditionnellement en prothèse fixée (méthode du double fil, expasyl).

Il est recommandé d'écarter la joue et la langue lors de la prise de vue même s'il s'agit de paramètres qui pourront néanmoins être effacés par la suite via le logiciel.
(7,10,18)

I.5 Précision et efficacité de la CFAO dentaire

L'analyse de littérature tend en grande partie à valider les qualités de la CFAO dentaire.

En effet, la précision et l'efficacité qu'apportent aujourd'hui les scanners intra-oraux semblent largement validées par la plupart des publications scientifiques.

Nous pouvons citer entre autres :

- Une étude de Patzelt et al. qui cherche à évaluer la précision des scanners intra-oraux lors de la prise d'empreinte d'une arcade complète de dents préparées démontre que la précision est comparable aux empreintes conventionnelles, bien que d'autres études devraient voir le jour pour tester ces scanners (19)
- Fasbinder et al. pour l'*American Journal of Dentistry* (10) exprime le fait que l'évidence de la précision des empreintes digitales a conduit à l'intégration précoce de ces systèmes dans les cabinets dentaires bien que sa pratique demande au praticien la même rigueur que pour les empreintes conventionnelles.
- Une autre étude de Yuzbasioglu et al. tente elle de comparer les deux techniques de prise d'empreinte : empreinte conventionnelle vs. empreinte digitale. Les conclusions sont en faveur des empreintes digitales : avec une efficacité supérieure soit un temps passé au fauteuil inférieur lors de l'empreinte numérique. Pour le patient, l'empreinte numérique était évaluée comme étant la préférée et la plus efficace. De plus, lorsqu'elle est réalisée par un opérateur expert, le confort est supérieur. (20)
- Un article publié dans *British Dental Journal* en 2008, illustre les avantages et inconvénients de la CFAO dentaire validait la qualité des prothèses réalisés par CFAO tout en mentionnant le fait que celle-ci était une technologie représentant un investissement élevé pour les petites structures et que certaines applications étaient encore limitées, en cause le manque de développement des logiciels et des procédures de production. (6)

II. CFAO & Prothèse sur implant

II.1 Les principaux systèmes d'empreinte optique sur le marché et les possibilités en empreinte sur implant :

Cette partie a pour ambition de décrire les principaux systèmes de CFAO dentaire qui existent sur le marché et leurs possibilités en terme de prise de prise d'empreinte à visée implantaire.

II.1.1. Description du système CEREC de la société Sirona

A. Les caméras optiques Sirona

La société Sirona propose depuis 1987 des produits du système CFAO sous le sigle CEREC : Chairside Economical Restoration of Esthetic Ceramics.

De nombreuses évolutions de ces produits ont permis aujourd'hui une utilisation de plus en plus facile pour l'opérateur (Chirurgien-dentiste et prothésiste) ainsi qu'une précision de plus en plus intéressante. (21)

En 2006, un article paru dans le *Journal of American Dental Association*, s'intéresse à l'évolution du système CEREC, évoque déjà les qualités de ce système qui permet de réaliser une restauration céramique en un seul temps opératoire et conclue en présageant qu'il deviendra un élément indispensable au plateau technique du chirurgien-dentiste. (22)

En 2007 Sirona lance la première version de la caméra 3D CEREC Bluecam intégrée à l'unité d'acquisition CEREC AC.

C'est en 2012 que Sirona lance sa première caméra en couleur ne nécessitant aucun poudrage préalable des tissus dentaires, elle porte le nom de CEREC Omnicam. [Fig.4 et 5]





Figure 4 : CEREC Bluecam et Omnicam

Ces caméras sont directement dépendantes d'une structure intégrée à un écran qui permet de suivre l'évolution de prise de vue et de gérer les réglages et pré-requis nécessaires à la réalisation des prothèses.

Il peut s'agir de l'unité d'acquisition mobile : CEREC AC (acquisition center) ou la version de table flexible CEREC AF (acquisition flex).

Le premier consiste en une structure mobile tout en un : c'est à dire l'intégration d'un écran, clavier et de la caméra sur une seule et même unité.

Le système CEREC AF est composé de la caméra CEREC Omnicam avec support et d'un PC avec écran (clavier, souris, tablette et logiciel Sirona Remote).

Caractéristiques	CEREC Omnicam	CEREC Bluecam
Mode de prise de vue	 Filmer Saisie des données en continu et génération du modèle 3D en couleur.	 Photographier Création du modèle 3D à partir d'un petit nombre de clichés.
Domaine d'utilisation	Restauration unitaire, quadrants, arcade complète (plus la zone à saisir est importante, plus l'absence de poudrage prévaut)	Restauration unitaire, quadrant (arcade complète possible)
Dimensions	Longueur totale : 228 mm Longueur de l'embout de la caméra : 107 mm Hauteur et largeur de l'embout : 16 mm	Longueur totale : 206 mm Longueur de l'embout de la caméra : 86 mm Hauteur et largeur de l'embout : 21 x 19 mm
Poids	313 g	270 g
Distance/Profondeur de champ	0-15 mm : un faible écart est maintenu entre la caméra et les dents.	La caméra peut être posée directement sur les dents.
Données ouvertes*	✓	✓
Sans frais d'envoi des empreintes via Sirona Connect (transmission de données d'empreintes à un laboratoire externe)	✓	✓
Combinaison possible avec une unité d'usinage	✓	✓
Mode « Conseils aux patients »	✓	
Scannage 3D en couleur	✓	
Pas de poudrage préalable	✓	
Avantages	<ul style="list-style-type: none"> ■ Manipulation d'une simplicité inégalée ■ Prise d'empreinte sans poudrage ■ Cliché 3D précis aux couleurs naturelles 	<ul style="list-style-type: none"> ■ Précision plébiscitée par des milliers de praticiens ■ Manipulation aisée ■ Rapidité de la prise d'empreinte

* Les données d'empreintes numériques peuvent être traitées avec le logiciel inLab (via le portail Sirona Connect) ou un logiciel tiers (exportation des données de construction inLab via l'interface Open inLab).

Figure 5 : Comparatif des caméras CEREC Omnicam et CEREC Bluecam

B. Communication Praticien - Laboratoire de prothèse

Touchstone et al., dans une publication pour le *Journal of American Dental Association*, évoque que l'un des intérêts grandissant de la CFAO dentaire réside dans les diverses possibilités de communication que la CFAO propose entre le praticien et prothésiste. Il note qu'à ses débuts la CFAO était soit une solution pour les cabinets dentaires soit une solution pour les laboratoires de prothèses.

Selon cet article, la CFAO représente un outil qui permet une synergie praticien-prothésiste rendant la réalisation des prothèses plus aisée et plus appropriée. (23)

Le logiciel qui permet l'acquisition des données sur écran porte le nom de Sirona Remote.

Le système CEREC permet de réaliser des prothèses en suivant les différentes techniques décrites précédemment : CFAO directe, semi-directe, ou encore indirecte.

Ainsi Sirona prévoit un logiciel qui permet une communication des informations numériques aisée entre le praticien et son prothésiste : Sirona Connect.

Le but est le transfert de l’empreinte numérique en temps réel via internet.

Dans ce cas, le praticien laisse au prothésiste la possibilité de concevoir lui même le travail prothétique et lui transfère l’empreinte numérique : il s’agit ainsi de CFAO semi-directe.

C. La prothèse sur implant avec le système Sirona

Depuis quelques années, Sirona propose une solution pour les praticiens voulant étendre la CFAO au domaine de la prothèse sur implant.

En effet, comme le rappelle Fasbinder D.J., la technologie CFAO qui était à l’origine conçue pour la restauration des dents naturelles s’est retrouvée face à une demande croissante de réalisation de restaurations implanto-portées. (24)

L’outil qui rend possible l’enregistrement de la position de l’implant par le scanner intra-oral porte le nom de Scanbody (corps de scannage). C’est une pièce détectable par les caméras Omnicam ou Bluecam CEREC.

Nous décrirons ce dispositif dans une prochaine partie.

L’étape suivante peut être abordée par le praticien de plusieurs façons, nous traiterons ici la technique directe qui permet au praticien de concevoir lui même, au sein de son cabinet, sa prothèse.

Sirona prévoit ainsi grâce au logiciel CEREC SW une conception assistée par ordinateur des éléments prothétiques.

Suite au design du pilier et de la couronne, le praticien peut à partir des différentes machines outils commercialisées par Sirona lancer la fabrication assistée par ordinateur.

Sirona propose trois machines outils différentes :

- CEREC MC
- CEREC MC X
- CEREC MC XL



Figure 6 : Les trois machines outils Sirona

Aujourd'hui seuls les usineuses CEREC MC X ET MC XL sont capables d'usiner des piliers implantaires.

Après avoir choisi le type de matériaux pour les restaurations prothétiques le praticien peut lancer l'usinage.

Sirona propose une série de blocs en céramique feldspathique biocompatible à fines particules (Blocs CEREC, CEREC PC) et des blocs en céramique à base de silicate sans leucite (CEREC Blocs C In).

De plus une gamme de blocs tout céramique en oxyde de zirconium est proposée sous l'appellation inCoris pour le système inLab.

Nous pouvons citer :

- **inCoris CC**
- **inCoris ZI** : utilisable pour la fabrication de chapes et armatures de bridges comportant jusqu'à deux portiques (céramique à base d'oxyde de zirconium sintersé)
- **inCoris TZI** : utilisable pour la fabrication de couronnes anatomiques et bridges comportant jusqu'à quatre éléments (céramique à base d'oxyde de zirconium translucide sintérisé pour la fabrication de restaurations sans revêtement cosmétique)
- **inCoris TZI C** : céramique à base d'oxyde de zirconium translucide pré-nuancé
- **inCoris ZI meso** : indiqué dans la réalisation de piliers implantaire dit « esthétiques » (céramique à base d'oxyde de zirconium sintérisé)
- **inCoris model** : blocs en résine synthétique pour la fabrication de modèles (polymère de polyuréthane)

L'inCoris ZI meso est doté d'un canal de vis préfabriqué et d'une protection anti-rotation intégrée. Ces blocs sont disponibles en deux teintes (F0.5 et F2) et deux tailles (S et L).

Les utilisateurs qui veulent profiter de ces blocs pour la réalisation de piliers implantaire devront être équipés d'une unité d'usinage MC XL et du logiciel InLab version 3.6 (ou supérieure).

Notons que Sirona prévoit la possibilité pour ses clients de leur permettre d'utiliser des blocs céramiques de marques diverses. En effet Sirona collabore avec les marques Vita, Ivoclar Vivadent, Merz Dental, et 3M ESPE.

La dernière étape consiste pour le praticien à pouvoir positionner le pilier usiné sur l'implant et ainsi sceller/transvisser la couronne prévue.

Notons que Sirona commercialise le système de base titane « TiBase » dont l'utilisation peut être étendue à une large gamme d'implants de marques différentes. [Fig.7]

Ce système de base titane sera développé dans une autre partie. (8,21)

Produit				Compatible avec le système d'implant			Compatible avec les blocs d'usinage
TiBase	Vsp. partie secondaire	Scan-body	REF	Fabricant de l'implant	Système d'implant	Diamètre d'implant	
NBRS 3.5	M1.8	L	6282474	Nobel Biocare	Replace® NP	3,5 mm	inCoris ZI meso L
NBRS 4.3	M2	L	6282482		Replace® RP	4,3 mm	inCoris ZI meso L
NBRS 5.0	M2	L	6282490		Replace® WP	5,0 mm	inCoris ZI meso L
NBRS 6.0	M2	L	6282508		Replace® 6.0	6,0 mm	inCoris ZI meso L
NBB 3.4	M1.6	L	6282516	Nobel Biocare	Brånemark®	3,3 mm	inCoris ZI meso L
NBB 4.1	M2	L	6282524		Brånemark®	3,75 / 4,0 mm	inCoris ZI meso L
NB A 4.5	M1.6	L	6308188	Nobel Biocare	Nobel Active NP	3,5 mm	inCoris ZI meso L
NB A 5.0	M2	L	6308253		Nobel Active RP	4,3 / 5,0 mm	inCoris ZI meso L
SSO 3.5	M1.8	L	6284231	Straumann®	Tissuelevel NN	3,5 mm	inCoris ZI meso L
SSO 4.8	M2	L	6284249		Tissuelevel RN	4,8 mm	inCoris ZI meso L
SSO 6.5	M2	L	6284256		Tissuelevel WN	6,5 mm	inCoris ZI meso L
S BL 3.3	M1.6	L	6308154	Straumann®	Bone Level NC	3,3 mm	inCoris ZI meso L
S BL 4.1	M1.6	L	6308337		Bone Level RC	4,1 / 4,8 mm	inCoris ZI meso L
ATOS 3.5/4.0	M1.6	L	6282532	Astra Tech	OsseoSpeed™	3,5 S / 4,0 S mm	inCoris ZI meso L
ATOS 4.5/5.0	M2	L	6282540		OsseoSpeed™	4,5 / 5,0 mm	inCoris ZI meso L
FX 3.4	M1.6	S	6282433	Friadent	Frialit® / Xive®	3,4 mm	inCoris ZI meso S
FX 3.8	M1.6	S	6282441		Frialit® / Xive®	3,8 mm	inCoris ZI meso S
FX 4.5	M1.6	L	6282458		Frialit® / Xive®	4,5 mm	inCoris ZI meso L
FX 5.5	M1.6	L	6282466		Frialit® / Xive®	5,5 mm	inCoris ZI meso L
BO 3.4	M2	L	6282557	Biomet 3i	Ex. hex	3,4 mm	inCoris ZI meso L
BO 4.1	M2	L	6282565		Ex. hex	4,1 mm	inCoris ZI meso L
BO 5.0	M2	L	6282573		Ex. hex	5,0 mm	inCoris ZI meso L
B C 3.4	M1.6	S	6308048	Biomet 3i	Certain®	3,4 mm	inCoris ZI meso S
B C 4.1	M1.6	L	6308097		Certain®	4,1 mm	inCoris ZI meso L
B C 5.0	M1.6	L	6308121		Certain®	5,0 mm	inCoris ZI meso L
ZTSV 3.5	M1.8	L	6282581	Zimmer	Tapered Screw-Vent®	3,5 mm	inCoris ZI meso L
ZTSV 4.5	M1.8	L	6282599		Tapered Screw-Vent®	4,5 mm	inCoris ZI meso L
ZTSV 5.7	M1.8	L	6282607		Tapered Screw-Vent®	5,7 mm	inCoris ZI meso L
MI 3.5/5.0	M1.6	L	6308295	Medentika® Implant	M-Implant	3,5 / 5,0 mm	inCoris ZI meso L

Figure 7 : Compatibilité entre les TiBase et les différentes marques d'implants utilisables

II.1.2. Description du système Trios de la société 3Shape

A. Les caméras optiques 3Shape

3Shape est une société Danoise (Copenhague) spécialisée dans la fabrication de scanners 3D et logiciels de CFAO.

Ils proposent des services qui intéressent autant les dentistes que les prothésistes dentaires avec une gamme de scanners intra et extra-oraux.

La marque 3Shape propose trois différents scanners [Fig.8] :

- Trios 3
- Trios Color
- Trios Standard



Trios 3



Trios Color



Trios Standard

Figure 8 : Les trois scanners de chez 3Shape

Dans 3 configurations différentes [Fig.9] :

- Trios Cart
- Trios Pod
- Trios Chair integratio



TRIOS Cart



TRIOS POD



TRIOS Chair integration

Figure 9 : Trois configurations possibles chez 3Shape

Description du système Trios :

- Le poudrage est-il nécessaire ?

Il s'agit d'une technologie sans poudrage. En effet la prise d'empreinte peut se faire directement après un séchage des tissus dentaires et parodontaux.

- Interface de communication

Comme décrit précédemment Trios propose des configurations différentes :

Le Trios Cart inclut un écran tactile directement relié à la caméra avec lequel le praticien interagit pour diriger

Le Trios Pod (et Chair Configuration) est relié à un ordinateur via un port USB.

- Type d'acquisition

L'acquisition se fait de manière continue en se déplaçant au dessus des tissus à enregistrer après avoir activé la caméra par pression d'un bouton de démarrage.

L'enregistrement des images se fait en direct et est suivi par l'opérateur directement sur l'écran tactile (Trios Cart) ou sur l'ordinateur connecté (Trios Pod/Chair Configuration).

Un système de gyroscope est intégré à la caméra.

- Technologie d'empreinte optique

Il s'agit d'un système de microscopie confocale parallèle.

C'est un procédé décrit par Marwin Minsky dès 1953 qui consiste à observer les différents niveaux de profondeur d'un objet par variation simultanée du plan d'éclairage de l'objet et du plan focal de l'objectif. (26)

Une étude pour *Quintessence International* de P. Müller et al. qui porte sur le scanner Trios Pod a permis de constater qu'une stratégie de scannage peut avoir un impact sur la précision finale de l'empreinte.

Les auteurs concluent leur travail en montrant que le scannage démontrant le plus de précision doit commencer par l'empreinte des faces occlusales et palatines et finalement les faces vestibulaires. (27)

B. Communication Praticien - Laboratoire de prothèses

3Shape a conçu le logiciel Dental System qui permet la conception de différents types de prothèses. Il s'agit d'un logiciel qui peut être utilisé aussi bien par le chirurgien-dentiste que par le prothésiste.

De plus, celui-ci intègre une interface qui permet une communication praticien-prothésiste-patient : 3Shape Communicate.

Il permet le design d'éléments prothétiques divers :

- Chapes et armatures de bridge
- Couronnes et bridges anatomiques complets
- Inlays/onlays/Bridges-Inlays/Facettes
- Prothèses provisoires
- Wax-up de diagnostic virtuels et modèles physiques
- Inlay-Core
- Télescopes
- Piliers personnalisés avec guide de positionnement

- Bridges avec barre sur implant avec structures secondaires
- Planification implantaire avec guides chirurgicaux
- Prothèses partielles amovibles
- Prothèses complètes amovibles et porte-empreintes
- Gouttières
- Orthodontie et appareils
- Couronnes et bridges/implants

C. La prothèse sur implant avec le système 3Shape

De manière à pouvoir permettre aux praticiens de réaliser des prothèses sur implant à partir de la CFAO, 3Shape propose un logiciel, Abutment Designer, qui permet le design et la fabrication de piliers personnalisés et leurs couronnes.

Contrairement à Sirona, le système 3Shape ne propose à ce jour ni corps de scannage, ni blocs de céramiques/zircone usinables, ni machines outils permettant ainsi une conception en technique directe. Les praticiens devront donc se fournir en fonction de la marque d'implants posés et ses possibilités.

(8,25,26,27)

II.1.3 Description du système True Definition Scanner de la société 3M

A. La caméra optique True Definition Scanner de chez 3M ESPE

3M propose, après avoir proposé pendant longtemps son « Lava COS », une nouvelle génération de scanner qui englobe un scanner intra-oral, un écran tactile, et un poste de travail le tout regroupé en une seule et même unité sous forme de chariot : « True Definition Scanner ». [Fig.10]



Figure 10 : Chariot True Definition Scanner de chez 3M

Description du système True Definition Scanner : [Fig.11]

- Le poudrage est-il nécessaire ?

Cette technologie prévoit l'utilisation d'un poudrage dans son protocole. Il s'agit d'une poudre faite d'une combinaison de dioxyde de titane, de distearate de zinc et de dioxyde de zirconium.

- Interface de communication

Un écran tactile de 21 pouces, 16/9 est proposé, qui peut réaliser une rotation à 180°. Il permet de suivre l'acquisition en direct de la prise d'empreinte.

- Type d'acquisition

3M propose la technologie « 3D-in-Motion » : un système de caméra vidéo, qui enregistre 20 images 3D par seconde grâce à 3 capteurs.

Il s'agit de capteurs haute résolution monochromatique.

- Technologie d'empreinte optique

Le True Definition Scanner est le seul scanner à utiliser la technologie de Focalisation-Défocalisation colinéaire ou Active Wave-Front Sampling (AWS).

Technologie d'enregistrement	Enregistrement vidéo et scannage optique (Motion Capture)
	3 capteurs enregistrant 20 images par seconde
	Capteurs haute résolution monochromatique
	Cadrage visuel nominal 10 mm x 13,5 mm
	Distance d'enregistrement de 3 mm à 16 mm
	Port USB 3 53 Mo/s
Précision	0,2 % max d'erreur linéaire sur 50 mm d'anatomie
	Résolution pixel d'image en plan xy 2,7 µm
	Voxels STL 62 µm dans les zones de haute résolution
Caractéristiques de la pièce à main	Longueur 254 mm
	Dimensions de l'embout 14,5 mm x 21 mm
	Poids 200 g (sans le câble)
	Câble USB 3 de 2 m
	Éclairage stroboscopique visible, lumière bleue à bande étroite
Caractéristiques du Kart	Dimensions au sol 64 x 74 cm
	Hauteur 42 cm
	Poids 33 kg
Unité centrale	Ordinateur HP Z220 240 W 90 % de rendement
	Processeur double quad core Intel Xeon 3,6 GHz
	16 Go RAM 1600 MHz DDR3
	Disque dur SATA 1 To 7 200 tr/min
	Carte avec accélérateur graphique NVIDIA Quadro 600 1 Go
Écran tactile	Écran 16/9 à cristaux liquides 21,5" (55 cm)
	Rotation à 180°
Système d'exploitation	Fedora Linux Core 16
Puissance	100-120/200-240 V ac, 50/60 Hz, ?X A 60Hz 240 ccW
Connectivité réseau	Wi-Fi 802.11n
	Réseau WPA2-PSK avec clé de sécurité aléatoire de 63 caractères
	Possibilité de connexion à un réseau existant à l'aide d'une clé de sécurité partagée WEP, WPA ou WPA2 de 26 caractères.
Ports Internet	Port TCP/IP 443 - enregistrement du système
	Port TCP/IP 80 test réseau
	Port 5223 XMPP Xmpp/SSL (3D data)
	Port SSH 5222
	Port SSH 22
	Port TCP/IP 4000 - synchronisation des données caméra
	Port SSH 10000-65536 Random
	Encodage SSL des données - (algorithmes SHA1 + DES)
Accessoire - poudre nécessaire à la prise d'empreinte	Composition : combinaison de dioxyde de titane, de distearate de zinc et de dioxyde de zirconium

Figure 11 : Caractéristiques du système True Definition Scanner

B. Communication Praticien - Laboratoire de prothèse

3M a développé un centre de communication Connexion 3M qui permet le transfert des fichiers numériques vers le laboratoire de prothèses avec lequel le dentiste est affilié ou tout autre centre de fabrication prothétique. Ce logiciel permet donc un archivage des empreintes numériques dans un « cloud » qui permet à tout moment leur consultation.

De plus 3M impose à ses clients deux types d'abonnements leur permettant une connexion au système 3M Connection Center : l'abonnement Standard et Premium dont les spécificités sont décrites dans le tableau ci-dessous. [Fig.12]

	Abonnement Standard Couvre la plupart des soins prothétiques courants	Abonnement Premium Pour une infinité d'applications
Fichiers STL pour tout laboratoire de prothèse équipé CFAO (exception systèmes fermés)		✓
Mises à jours logiciels et nouvelles applications incluses	✓	✓
Nombre illimité d'enregistrements	✓	✓
Archivage illimité de vos empreintes / moulages	✓	✓
Application intégrée pour la fabrication de modèles en résine de haute précision	✓	✓
Application intégrée pour le traitement lingual orthodontique de référence Incognito et son logiciel dédié Treatment Management Portal (TMP)		✓
Application intégrée pour l'usinage au cabinet dentaire comme le système LYRA®	✓	✓
Application intégrée pour la fabrication de prothèses implantaires sur base pilier Biomet 3i™		✓
Application intégrée pour les gouttières Invisalign® (prochainement disponible)		✓
Téléchargement de l'empreinte au format STL pour l'intégration au sein de n'importe quel système ouvert de CFAO.		✓

Figure 12 : Comparaisons des abonnements Standard et Premium du système 3M

C. La prothèse sur implant avec le système 3M

Comme le système développé par 3Shape, 3M ne propose pas de produits (corps de scannage) qui permettent la prise d'empreinte en implantologie au cabinet. Néanmoins, ce système permet l'utilisation de produits issus des marques d'implants utilisés.

En effet 3M propose une première solution appelée « Trusted Connections » qui offre un partenariat « validé » avec les solutions implantaires Straumann et Biomet 3i :

- Le logiciel Straumann CARES
- L'application intégrée BIOMET 3i Bellatek Encode

La première propose, après l'enregistrement de la position de l'implant grâce au Mono ScanBody Straumann CARES et la caméra True Definition Scanner, d'envoyer l'empreinte optique à Straumann CARES grâce à 3M Connection Center. Un laboratoire de prothèse équipé du logiciel de conception Straumann CARES Visual Software peut ainsi concevoir la prothèse sur implant.

Le logiciel Straumann CARES X-STREAM permet lui de concevoir le pilier et la prothèse en une seule fois.

L'application intégrée BIOMET 3i Bellatek Encode est une application disponible avec l'abonnement Premium au 3M Connection Center cité précédemment.

Elle prévoit que l'opérateur utilise la vis de cicatrisation BIOMET 3i BellaTek Encode sur l'implant posé [Fig.13].



Figure 13 : Pilier BellaTek Encode

L'application intégrée permet ainsi l'envoi de l'empreinte numérique au centre de production Bellatek où un prothésiste se chargera du design du pilier implantaire tout en intégrant les caractéristiques (profil d'émergence, hauteur de col). Le tout peut ainsi être par la suite envoyé au laboratoire du praticien pour usinage des éléments prothétiques.

Parallèlement à ces partenariats 3M autorise l'utilisation de corps de scannage. (8,28)

II.1.4. Description des solutions proposées par la société Carestream Dental :

La marque Carestream Dental propose depuis peu une solution complète de CFAO, qui intègre scanner intra-oral, logiciel de CFAO et usineuse, le tout intégrable au cabinet dentaire.

A. La caméra optique CS 3500 [Fig.14]

Il s'agit d'un scanner intra-oral qui peut être utilisé en tant qu'élément intégré de la gamme CS Solutions ou en tant que solution autonome intégrée aux procédures de travail du cabinet via un port USB 2.



Figure 14 : Le scanner CS 3500 de chez Carestream Dental

Description de la caméra CS 3500 : [Fig.15]

- Le poudrage est-il nécessaire ?

La caméra CS 3500 est un dispositif qui ne nécessite aucun poudrage préalable.

- Interface de communication

Carestream Dental n'impose sur ce point aucune infrastructure, la caméra CS 3500 est totalement adaptable à n'importe quel poste de travail informatique à partir du moment où elle propose un port USB 2.

De plus, cette caméra est adaptable aussi bien sur son propre logiciel d'acquisition installé sur ordinateur mais aussi sur d'autres logiciels tels que Dental Wings, 3Shape ou encore exocad.

L'acquisition peut se faire en 2D ou 3D et en couleur.

- Type d'acquisition

L'acquisition se fait par balayage de la caméra au-dessus de la zone à enregistrer. Un système de guidage lumineux émet en bouche une lumière verte lorsque la numérisation est réussie, et une lumière orange s'il faut reprendre la numérisation.

(12)

- Technologie d'empreinte optique

Pas d'information recueillie.

Components	Caractéristiques techniques
Technologie du capteur	CMOS 1/2 pouce Pixels efficaces : 1,3 mégapixels
Résolution	Image fixe : 1024 x 768 pixels Vidéo : 640 x 480 pixels
Précision	35 microns
Éclairage	LED orange, LED bleue, LED verte, LED UV
Champ	16 x 12 mm
Profondeur de champ	-1 à +15 mm
Longueur de câble	2,5 m
Raccordement numérique	USB 2.0 High Speed
Dimensions sans câble	245 x 37 x 62 mm
Poids	295 g

Figure 15 : Caractéristique du système CS 3500

B. Communication Praticien - Laboratoire de prothèse

CS Solutions propose à ses utilisateurs un portail en ligne pour envoyer les empreintes numériques ou les modélisations des couronnes au laboratoire. Il s'agit du système CS Connect.

Le praticien a le choix de concevoir lui-même sa prothèse via le logiciel CS Restore et par la suite de concevoir la prothèse avec l'unité d'usinage CS 3000 au cabinet dentaire (CFAO directe) ou d'envoyer le fichier STL au laboratoire de son choix (CFAO semi-directe) via CS Connect. [Fig.16]

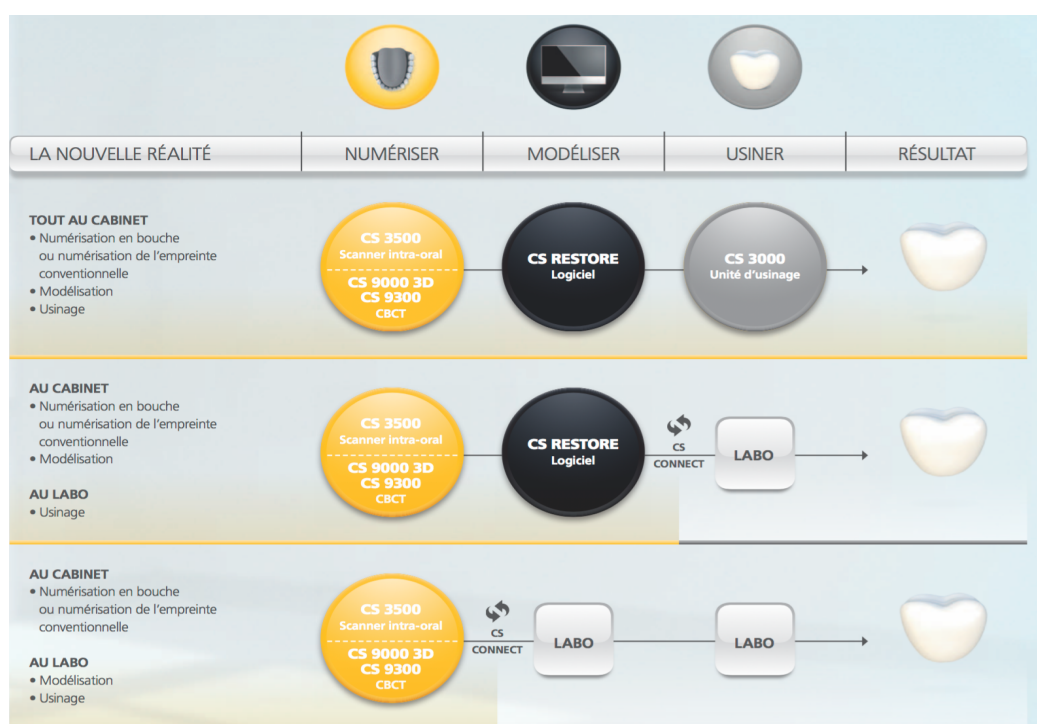


Figure 16 : Illustration des possibilités via CS Solutions

C. La prothèse sur implant avec le système Carestream

La marque Carestream commercialise une machine outils dont les indications s'arrêtent aux restaurations unitaires. Il s'agit de l'unité d'usinage CS 3000.

L'implantologie en technique directe n'est donc pas une option envisageable avec ce système. (29)

II.1.5 Description des solutions proposées par la société Planmeca/E4D

A. La caméra optique Planscan

Planmeca commercialise une solution globale en matière de CFAO dentaire, qui va de la prise d'empreinte numérique avec le scanner PlanScan, le logiciel de conception numérique PlanCAD Easy et l'usineuse PlanMill 40.

Le scanner PlanScan est proposé sous forme d'une caméra qui peut être intégrée à tout unit dentaire Planmeca. Elle a l'originalité de proposer un contrôle via la pédale de l'unit dentaire Planmeca qui permet ainsi d'activer et arrêter la lecture.

Un contrôle de lecture via une tablette intégrée à l'unit permet un contrôle des données de scannage.

Description du système Planscan : [Fig.17]

- Le poudrage est-il nécessaire ?

Aucun poudrage n'est nécessaire pour le scannage.

- Interface de communication

Les informations enregistrées par la caméra optique peuvent être soit suivies par l'écran intégré à l'unit Planmeca soit suivies sur un ordinateur portable intégrant le logiciel.

- Type d'acquisition

L'acquisition se fait par balayage des zones à enregistrer.

- Technologie d'empreinte optique

Planscan utilise le principe de tomographie optique de cohérence ou technique du Moiré.

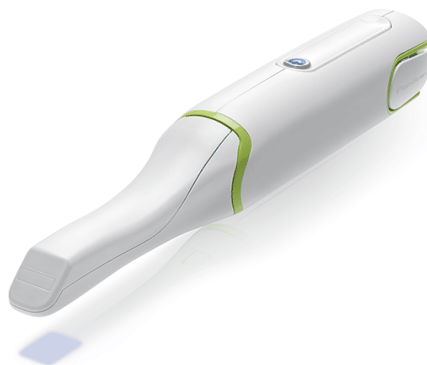


Figure 17 : Caméra Planscan de chez Planmeca

B. Communication Praticien - Laboratoire de prothèse :

Planmeca propose un système de fichiers STL ouvert qui permet une communication ouverte et simplifiée avec ses collaborateurs.

De plus un système de « Cloud » a été conçu pour le transfert de ces fichiers, il s'agit d'une plateforme intégrée au logiciel Planmeca Romexis, qui porte le nom de Planmeca Romexis Cloud.

Le praticien désireux de concevoir numériquement ses prothèses peut utiliser le logiciel Planmeca PlanCAD Easy, lui aussi intégré à Romexis.

C. La prothèse sur implant avec le système Planmeca

Planmeca propose plusieurs possibilités en matière d'unité d'usinage avec :

- Planmeca PlanMill 40 [Fig.18] : usineuse à 4 axes destinée au dentiste souhaitant réaliser les prothèses au sein même de son cabinet.



Figure 18 : Usineuse Planmeca PlanMill 40

- Planmeca Plan Mill 50 : usineuse à 5 axes destinée aux prothésistes
- Planmeca EasyMill : il s'agit d'un service d'usinage agréé par Ivoclar Vivadent proposé par Plandent Division qui offre une sous-traitance aux laboratoires.

Selon les informations que l'on peut trouver sur ces machines, Planmeca EasyMill est la seule solution permettant la réalisation de prothèses sur implant en CFAO chez Planmeca.

La réalisation de prothèses sur implant avec le système Planmeca n'est donc pas envisageable en technique directe. (8,30)

II.1.6 Description du système iTero de la société Cadent

A. La caméra optique iTero de chez Cadent

La société Cadent fabrique depuis 2007 le système iTero, distribué en Europe par la société Straumann. En mai 2011, Cadent s'associe à la société Align Technology (Invisalign).

Elle propose deux types de configurations [Fig.19] :

- l'iTero 3 ou iTero Element qui a été présenté en avant-première à l'IDS 2015. Bénéficiant d'un design minimaliste, sous forme de chariot, ne présentant qu'un écran tactile (ni clavier, ni souris)
- l'iTero HD2.9 qui est plus volumineux et qui dispose cette fois de pédales, clavier et souris.



Figures 19 : Scanners iTero Element et iTero HD2.9

Description du système iTero :

- Le poudrage est-il nécessaire ?

Ne nécessite aucun poudrage.

- Interface de communication

L'enregistrement peut être suivi via l'écran intégré au chariot et est accompagné d'une aide vocale guidant le praticien.

- Type d'acquisition

L'acquisition se fait par réalisation de clichés successifs pour l'HD2.9 et sous forme de film pour l'iTero element.

- Technologie d'empreinte optique

Basée sur la théorie du microscope confocal parallèle.

B. Communication Praticien - Laboratoire de prothèse

iTero est un système totalement ouvert qui laisse la possibilité à ses utilisateurs de concevoir sa prothèse avec n'importe quel logiciel adapté et gérant les fichiers STL. Ainsi Cadent n'a pas conçu directement un logiciel qui permet la conception et fabrication des prothèses.

Le fichier finalement obtenu devra donc être envoyé par le praticien via email au centre Cadent permettant ainsi son nettoyage.

C. La prothèse sur implant avec le système iTero

Même chose en ce qui concerne l'implantologie chez iTero : aucun système propre à Cadent n'est imposé au praticien. L'empreinte de l'implant sera donc fonction de la marque de l'implant posé. (8,31)

II.1.7 Tableau récapitulatif des systèmes d'empreinte optique évoqués

CAMERAS	Fabricants	Techniques Optique	Poudrage	Systèmes	Types d'acquisition	Configurations
CEREC Bluecam	SIRONA	Triangulation active	Oui	Fermé	Clichés	Chariot
CEREC Omnicam	SIRONA	Triangulation active	Non	Fermé	Balayage	Chariot ou caméra seule
TRIOS	3Shape	Microscopie confocale parallèle	Non	Ouvert	Balayage	Chariot ou caméra seule
True Definition Scanner	3M ESPE	Focalisation-défocalisation linéaire	Oui	Semi-ouvert	Balayage	Chariot
CS 3500	Carestream Dental	X	Non	Ouvert	Balayage	Caméra seule
Planscan	Planmeca/E 4D	Technique de Moiré	Non	Ouvert	Balayage	Caméra seule
iTero	Cadent	Microscopie confocale parallèle	Non	Ouvert	Clichés	Chariot

II.2 Différents moyens pour réaliser des empreintes sur implants

II.2.1. Les corps de scannage (Scanbodies)

Parmi les alternatives aux empreintes conventionnelles les plus décrites dans la littérature, nous pouvons citer les corps de scannage. Il s'agit d'un dispositif proposé par de nombreuses marques pour enregistrer la position et l'inclinaison d'un implant en bouche (technique directe ou sur maître model).

Il remplace totalement le transfert d'empreinte utilisé lors des empreintes conventionnelles.

Son principe est simple : il correspond à une tige vissée sur l'implant que la caméra optique va pouvoir reconnaître et numériser.

C'est un dispositif qui peut aussi être associé à la technologie des bases titanes (Tibase) utilisé comme soutien aux éléments prothétiques finaux (couronnes et piliers). (32)

Gallucci et al. ont étudié, dans une publication pour *Clinical Oral Implants Research*, l'efficacité, la difficulté et les préférences de l'opérateur entre la réalisation d'une empreinte implantaire par CFAO et une empreinte conventionnelle. (33) [Fig.20]

Cette étude fait intervenir l'utilisation d'un corps de scannage numérisé au moyen d'un scanner iTero Cadent.



Figure 20 : Transfert d'empreinte et scanbody prêts à être enregistrés

Ceux-ci sont arrivés aux conclusions que l'empreinte numérique du scanbody est plus efficace que l'empreinte conventionnelle qui fait intervenir un élastomère.

En effet le temps de préparation, de travail, et le temps dédié à la reprise des empreintes défectueuses sont supérieurs pour obtenir une empreinte conventionnelle de qualité.

De plus même pour un opérateur qui débute (étudiant en 2ème année), la difficulté technique de réalisation de l'empreinte était inférieure pour la technique numérique.

Une étude in vitro parue en 2011 dans le *Clinical Oral Investigations* compare la précision d'adaptation de ces corps de scannage sur analogues d'implant coulés dans un modèle en plâtre (tel une technique indirecte) à l'adaptation des corps de scannage sur implant (réalisé sur modèle polymère). [Fig.21]



Figure 21 : Modèle en polymère avec ses scanbodies

Les auteurs ont pu en conclure que les erreurs systématiques lors du scannage sont moins importantes sur le modèle en plâtre (comprenant les analogues) que sur le modèle en polymère. Cet écart peut être néanmoins expliqué par la différence de nature de matériaux des deux modèles qui ne permettent pas un scannage comparable.

De plus, ils ont pu montrer que le repositionnement des scanbodies sur les analogues est de meilleure qualité que sur les implants originaux. Pour eux, il serait judicieux que les compagnies améliorent la reproductibilité d'adaptation des scanbodies aux implants en réduisant la tolérance de production. (34)

Un autre article de 2013 qui s'intéresse lui aussi aux possibilités de ces corps de scannage, nous montre qu'il est possible par l'intermédiaire d'un scanbody individualisé (Individualized Scanbody Technique : IST) d'enregistrer numériquement le profil des tissus mous péri-implantaires afin de concevoir un pilier usiné en parfait rapport avec le parodonte. (35)



Figure 22 : Technique d'individualisation d'un scanbody

L'IST permet d'obtenir des résultats esthétiques satisfaisants, avec obtention d'un « Pink Esthetic Score » de 9/10.

Il s'agit selon l'auteur, d'une technique simple et rapide qui permet l'enregistrement des contours de la muqueuse, bien que la forme de la totalité de la partie sous-muqueuse du bandeau gingival ne peut être enregistrée pour l'instant.

Les futures techniques devront s'améliorer afin de pouvoir être plus précises pour l'enregistrement des tissus péri-implantaires profonds.

Afin de nous rendre compte des différents corps de scannage qu'un chirurgien-dentiste peut utiliser, voici une sélection d'exemple de différents types de scanbodies que l'on peut trouver sur le marché :

A. Exemple du ScanPost de chez Sirona

Le ScanPost est un dispositif développé par la marque Sirona dont la fonction est de définir les données topographiques de l'implant par scannage intra-oral. (32)

Il se compose de trois éléments [Fig.23] :

- Un pilier
- Une vis de fixation qui permet la fixation du pilier sur l'implant
- Et le scanbody à positionner au sommet du pilier qui dépend de la caméra utilisée (Scanbody for Omnicam, Scanbody for Bluecam)

Les logiciels Sirona qui rendent possible la détection de ces ScanPost sont les logiciels CEREC SW 4.2, CEREC Connect SW 4.2 ou inLab SW 4.2 (logiciel dédié au prothésiste). Ce ScanPost est donc scannable en intra mais aussi en extra-oral sur modèle en plâtre (CFAO indirecte).

De plus ces ScanPost existent en différentes versions fonction d'un système d'implant donné. Ainsi, ceux-ci peuvent être disponibles avec les implants de marques suivantes : Astra Tech, Biomet 3i, Friadent, Nobel Biocare, Straumann et Zimmer [Fig.24].

Cliniquement, le praticien viendra visser le pilier à l'implant concerné et positionner le scanbody au sommet de ce pilier.

Designation	Component	Material	Description
Fixing screw		Ti6Al4V, medical grade 5, ASTM 136	Can be used 50x, sterilizable
Post		Ti6Al4V, medical grade 5, ASTM 136	Can be used 50x, sterilizable
Scanbody for Bluecam		ABS (Cyclac GPM 5500 / WH4A015F)	Can only be used once, disinfected, Color: white
Scanbody for Omnicam		ABS (Lustran M203FC)	Can only be used once, disinfected, Color: gray

The images of the fixing screw and the post are only examples. Their actual form may vary depending on the implant system involved.

Figure 23 : Tableau représentant les différents éléments composant un ScanPost Sirona

Implantat manufacturer	Implantat system	ScanPost REF	Scanbodies for Omnicam REF	Scanbodies for Bluecam REF	TiBase REF
Noble Biocare	Replace® NP	ScanPost NB RS 3.5 L 6430933	L 6431329	L 6431303	TiBase NB RS 3.5 L 6282474
	Replace® RP	ScanPost NB RS 4.3 L 6430941	L 6431329	L 6431303	TiBase NB RS 4.3 L 6282482
	Replace® WP	ScanPost NB RS 5.0 L 6430958	L 6431329	L 6431303	TiBase NB RS 5.0 L 6282490
	Replace® 6.0	ScanPost NB RS 6.0 L 6430982	L 6431329	L 6431303	TiBase NB RS 6.0 L 6282508
	Noble Active NP	ScanPost NB A 4.5 L 6431279	L 6431329	L 6431303	TiBase NB A 4.5 L 6308188
	Noble Active RP	ScanPost NB A 5.0 L 6431287	L 6431329	L 6431303	TiBase NB A 5.0 L 6308253
	Branemark®	ScanPost NB B 3.4 L 6431006	L 6431329	L 6431303	TiBase NB B 3.4 L 6282516
Straumann	Branemark®	ScanPost NB B 4.1 L 6431022	L 6431329	L 6431303	TiBase NB B 4.1 L 6282524
	SynOcta NN	ScanPost SSO 3.5 L 6431162	L 6431329	L 6431303	TiBase SSO 3.5 L 6284231
	SynOcta RN	ScanPost SSO 4.8 L 6431170	L 6431329	L 6431303	TiBase SSO 4.8 L 6284249
	SynOcta WN	ScanPost SSO 6.5 L 6431196	L 6431329	L 6431303	TiBase SSO 6.5 L 6284256
	Bone Level NC	ScanPost S BL 3.3 L 6431246	L 6431329	L 6431303	TiBase S BL 3.3 L 6308154
	Bone Level RC	ScanPost S BL 4.1 L 6431253	L 6431329	L 6431303	TiBase S BL 4.1 L 6308337
	OsseoSpeed	ScanPost AT OS 3.5/4.0 L 6431055	L 6431329	L 6431303	TiBase AT OS 3.5/4.0 L 6282532
Astra Tech	OsseoSpeed	ScanPost AT OS 4.5/5.0 L 6431063	L 6431329	L 6431303	TiBase AT OS 4.5/5.0 L 6282540
	Frialit / Xive	ScanPost FX 3.4 S 6430891	S 6431311	S 6431295	TiBase FX 3.4 S 6282433
Friadent	Frialit / Xive	ScanPost FX 3.8 S 6430909	S 6431311	S 6431295	TiBase FX 3.8 S 6282441
	Frialit / Xive	ScanPost FX 4.5 L 6430917	L 6431329	L 6431303	TiBase FX 4.5 L 6282458
	Frialit / Xive	ScanPost FX 5.5 L 6430925	L 6431329	L 6431303	TiBase FX 5.5 L 6282466
Biomet 3i	external hex.	ScanPost B O 3.4 L 6431089	L 6431329	L 6431303	TiBase B O 3.4 L 6282557
	external hex.	ScanPost B O 4.1 L 6431105	L 6431329	L 6431303	TiBase B O 4.1 L 6282565
	external hex.	ScanPost B O 5.0 L 6431113	L 6431329	L 6431303	TiBase B O 5.0 L 6282573
	Certain®	ScanPost B C 3.4 S 6431212	S 6431311	S 6431295	TiBase B C 3.4 S 6308048
	Certain®	ScanPost B C 4.1 L 6431220	L 6431329	L 6431303	TiBase B C 4.1 L 6308097
Zimmer	Certain®	ScanPost B C 5.0 L 6431238	L 6431329	L 6431303	TiBase B C 5.0 L 6308121
	Tapered Screw-Vent	ScanPost Z TSV 3.5 L 6431139	L 6431329	L 6431303	TiBase Z TSV 3.5 L 6282581
	Tapered Screw-Vent	ScanPost Z TSV 4.5 L 6431147	L 6431329	L 6431303	TiBase Z TSV 4.5 L 6282599
	Tapered Screw-Vent	ScanPost Z TSV 5.7 L 6431154	L 6431329	L 6431303	TiBase Z TSV 5.7 L 6282607

Figure 24 : Détails des références des ScanPost disponibles en fonction des différentes marques d'implant utilisables

Parallèlement à ces corps de scannage, Sirona propose l'utilisation de bases titanes directement transvissées aux implants et qui servent d'infrastructures aux futures restaurations (piliers et couronnes) sur lesquelles peuvent être positionnés des scanbodies qui permettent la réalisation de l'empreinte numérique. [Fig.25]

Initialement, il s'agit de dispositifs utilisés en laboratoire qui trouvent finalement aujourd'hui une utilisation intra-orale. (36)



Figure 25 : Exemple d'une base titane Sirona et son corps de scannage

Nous développerons plus précisément ces dispositifs ultérieurement.

B. Exemple du système Straumann CARES

Straumann propose deux types de corps de scannage [Fig.26] :

- Straumann CARES Corps de scannage mono :

Ils sont composés de deux pièces, le corps de scannage et une vis autorétentive qui permet sa fixation à l'implant.

Leurs géométries sont optimisées pour les scanners Straumann CARES Scan CS2, Dental Wings 3Series, Dentals Wings 7 Series et iTero.

Ils permettent de réaliser des cas de prothèses plurales mais les corps de scannage devront être utilisés de manière extra-oral.

- Straumann Corps de scannage :

Ils sont constitués d'une coiffe de scannage, d'un tenon de scannage et d'une vis de fixation.

La géométrie de ces corps de scannage répond aux exigences des scanners etkonTM es1 et iTero.

Uniquement utilisables pour des cas de prothèses unitaires.



	Straumann® CARES® Corps de scannage mono pour scannage au niveau de l'implant	Straumann® CARES® Corps de scannage mono pour scannage au niveau de la partie secondaire	Straumann® Corps de scannage pour scannage au niveau de l'implant
			
Nombre de composants	2: Corps de scannage, vis autorétentive		3: Coiffe de scannage, tenon de scannage, vis de fixation
Composant/matériau	Corps de scannage: Polymère (PEEK) Vis: Alliage de titane (TAN)		Tenon de scannage: Polymère (PEEK) Coiffe de scannage: Polymère (PEEK) Vis: Alliage de titane (TAN)

Figure 26 : Straumann CARES Corps de scannage Mono et Straumann Corps de scannage

Chacun de ces modèles sont disponibles pour les implants de type « bone level » et « soft tissue level » et peuvent être soit directement connectés au niveau de l'implant, soit connectés à une partie secondaire. (37)

C. Exemple du corps de scannage Camlog

Pour une utilisation intra ou extra-orale, il est possible de scanner la position des implants de la marque Camlog via les corps de scannage.

Ils sont constitués d'un pilier et d'une vis et sont disponibles pour plusieurs diamètres d'implants. [Fig.27]



Figure 27 : Corps de scannage Camlog

Ces scanbodies sont disponibles en cinq diamètres différents : 3.3 mm, 3.8 mm, 4.3 mm, 5.0 mm et 6.0 mm.

II.2.2. Les vis de cicatrisation scannables

Il s'agit d'un procédé qui existe maintenant depuis plus d'une dizaine d'années.

C'est un système intéressant dans la mesure où il évite un nombre important de manipulations après mise en place de l'implant. (33)

En effet, il a été prouvé que l'assemblage et le désassemblage répété des connectiques implantaires pouvait avoir un effet néfaste sur les tissus mous péri-implantaires se traduisant par un positionnement plus apical de la barrière muqueuse et une résorption de l'os marginal (39).

Une autre étude confirme l'hypothèse en arrivant aux conclusions qu'un protocole prévoyant de ne pas retirer le pilier directement vissé le jour de la chirurgie (implant conique placé en position sous-crestale), améliorerait la stabilité des tissus mous et des tissus durs (40).

Afin d'expliquer le fonctionnement de ces vis de cicatrisation scannables, les systèmes BellaTek Encode de Biomet 3i ainsi que le Profile Designer d'EuroTeknika seront développés.

A. Les vis de cicatrisation BellaTek ENCODE

Les vis de cicatrisation BellaTek Encode présentent une codification spécifique sur la tête de vis pour un repérage de la position de l'implant, de son diamètre, de la hauteur de la vis de cicatrisation et le diamètre du profil d'émergence par la caméra optique.

Elle est compatible avec les systèmes 3M Lava™ C.O.S., 3M True Definition Scanner, Align iTero, Sirona CEREC Bluecam et Sirona CEREC Omnicam mais n'est utilisable qu'avec les implants Biomet 3i. (41)

Notons que ce système permet aussi une prise d'empreinte à l'aide de matériaux de type polyvinylsiloxane et polyethers. (42)

L'un des intérêts de ce système est que l'opérateur évite les manipulations des connectiques implantaire qui ont un effet négatif sur les tissus parodontaux péri-implantaires et qui permet ainsi de maximiser les chances de succès esthétique et fonctionnel. (32)

Cette technique ne nécessite ainsi que deux séances : une première correspondant au scannage de la vis de cicatrisation BellaTek et une deuxième le jour de la pose de la prothèse. Elle représente un confort indéniable pour le patient.

Il est préférable lors de la prise d'empreinte que la tête de vis de cicatrisation puisse dépasser d'au moins 1 mm des tissus mous pour qu'elle soit correctement scannable. (43) [Fig.28]



Figure 28 : Deux vis de cicatrisation BellaTek ENCODE

Un article paru en 2011 pour *The Journal of Prosthetic Dentistry* dresse les avantages et inconvénients auxquels le chirurgien-dentiste peut être confronté lorsqu'il utilise cette technique. (44)

Les avantages seraient :

- Fournir un profil d'émergence anatomique pour le pilier
- La possibilité de corriger l'axe d'un implant jusqu'à 30° sans interférer sur les forces de résistance
- Disponible en titane ou en zircone
- Il n'y a pas nécessité de wax-up ou de model ce qui diminue fortement le temps opératoire du prothésiste
- Agréable pour le patient, qui évite de passer trop de temps au fauteuil
- Il est facile de voir une connexion correcte entre l'implant et l'Encode lorsqu'un lambeau muco-périosté a été élevé au cours de la chirurgie implantaire

Les inconvénients sont selon les auteurs :

- Utilisable qu'avec les implants Biomet 3i
- Lorsque le praticien choisit de réaliser un pilier en titane, la couronne ne pourra être que scellée, les couronnes sur implant transvisées ne pourront être réalisées que sur pilier en zircone
- La précision entre l'intrados de la couronne et le pilier en titane ne permet pas la mise en place d'une trop grande quantité de ciment (possibilité de problème du bon positionnement de la couronne)
- Un espace inter-arcade de 6 mm et une distance entre les deux implants de 2 mm est nécessaire

Une fois scannées [Fig.29], les données numériques enregistrées seront transmises aux techniciens Biomet 3i qui pourront ainsi concevoir la réalisation d'un pilier usiné et de la couronne correspondante.

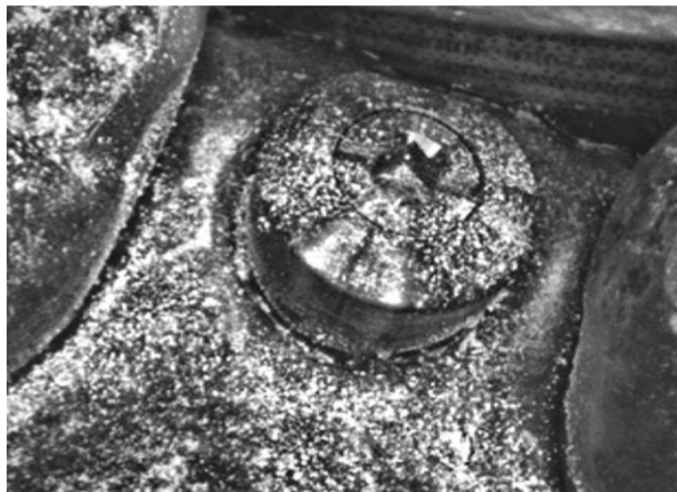


Figure 29 : Scan du système ENCODE

Ces images, issues d'un cas clinique présenté dans le *Journal of Esthetic and Resorative Dentistry* (45), correspondent à des captures d'écran réalisées lors de la phase de traitement de l'empreinte [Fig.30] et de conception du pilier [Fig.31]. Le logiciel utilisé dans ce cas est développé par 3Shape.

Cette phase est réalisée par un technicien du centre de production BellaTek.

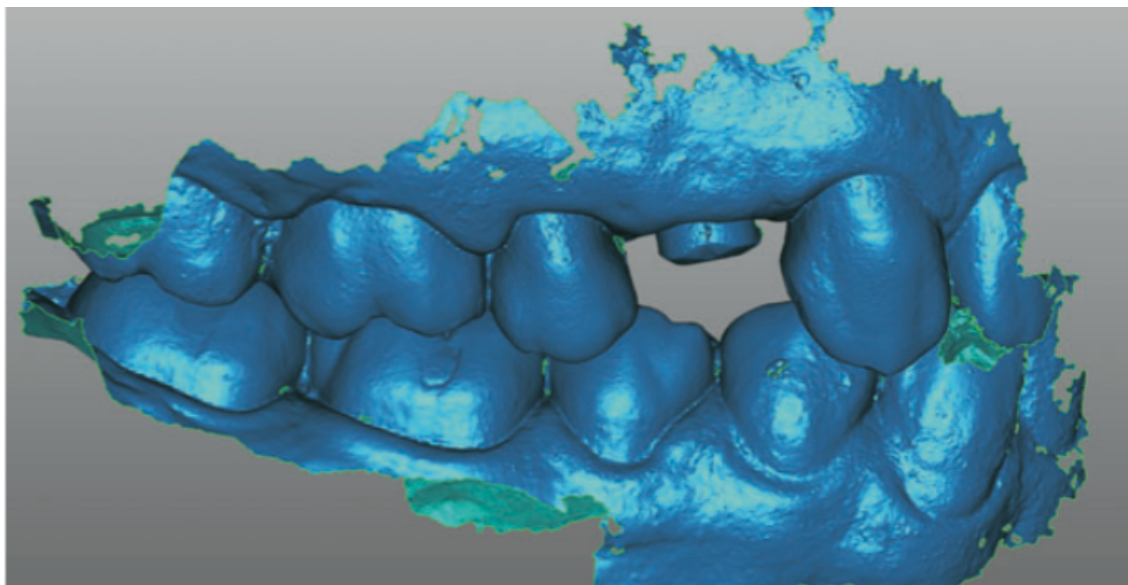


Figure 30 : Empreinte numérique des arcades en intercuspidie maximale

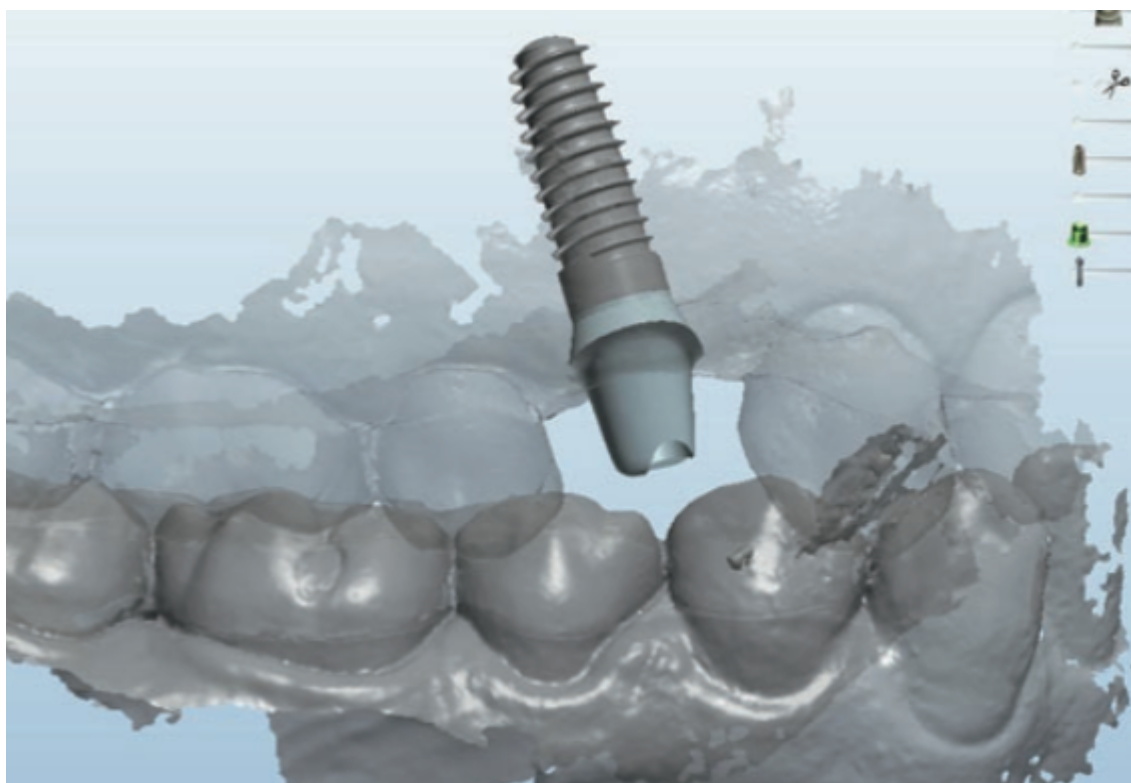


Figure 31 : Phase de design du pilier

Une fois le design du pilier achevé, son usinage peut être lancé. Dans ce cas le praticien réalise un pilier BellaTek usiné en zircone. Parallèlement, les informations sont transmises à un centre 3M pour réalisation d'un modèle usiné.

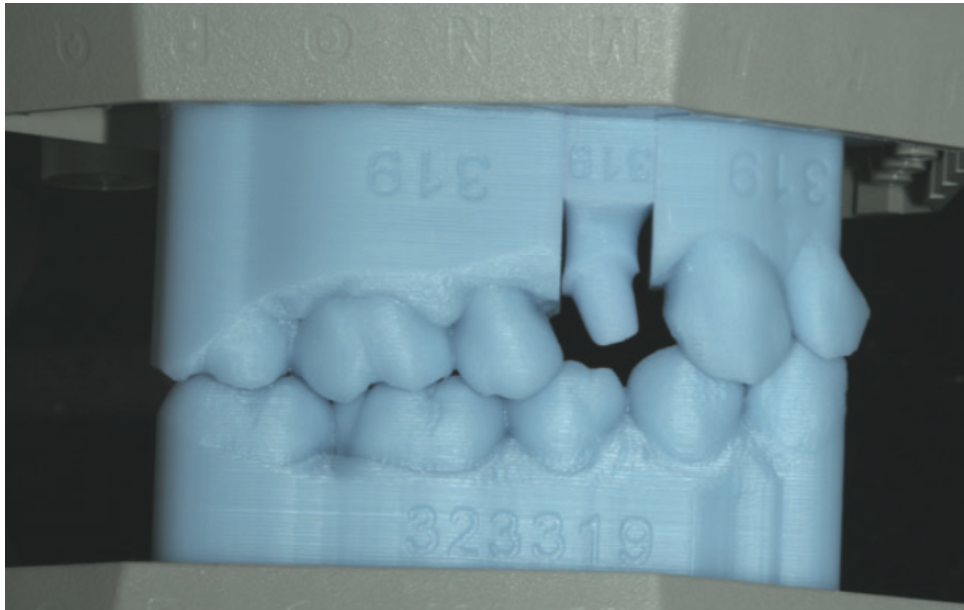


Figure 32 : Modèle usiné

Une fois réalisée, celui-ci peut être envoyé au laboratoire de prothèse, qui aura reçu le pilier zircone usiné provenant de Biomet 3i. À partir de ce modèle usiné, le laboratoire peut concevoir une restauration tout céramique.

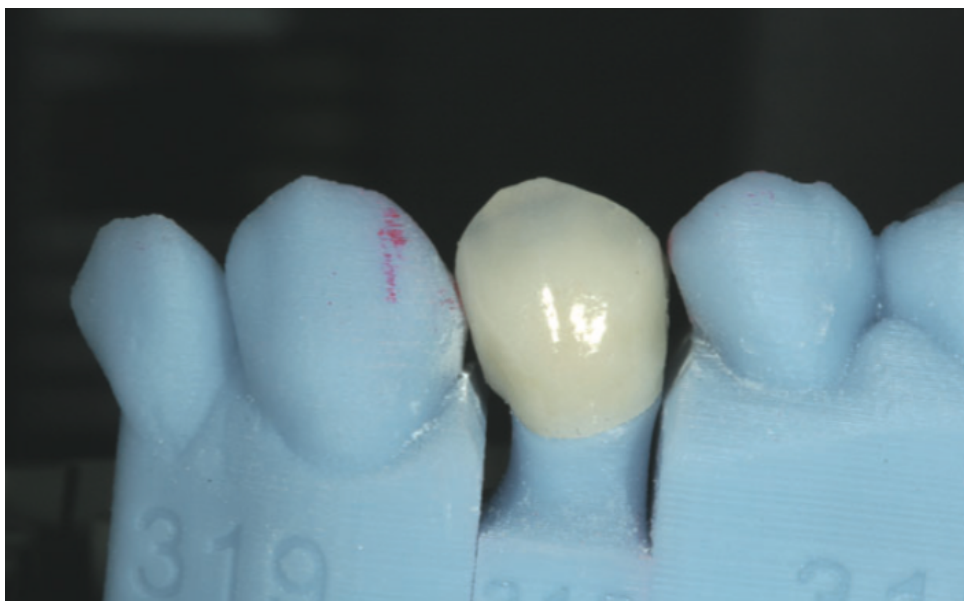


Figure 33 : Couronne tout céramique, placé sur le modèle usiné

Finalement, ces éléments sont renvoyés au clinicien qui, lors d'une dernière séance avec son patient, pourra essayer les restaurations et les poser.



Figure 34 : La couronne et son pilier

Le pilier sera donc transvissé à l'implant, tandis que la couronne sera elle assemblée par collage au pilier. [Fig.34]

Ce collage est réalisé par mise en place d'un conditionneur d'intrados (Monobond Plus, Ivoclar Vivadent) et d'une résine. Le tout sera photopolymérisé après mise en place de la couronne. Les excès devront être minutieusement retiré avant polymérisation complète de la résine. La restauration peut finalement être posée. [Fig.35]



Figure 35 : Les restaurations définitivement posées en bouche

B. Profile Designer - EuroTeknika

La société Eurotekника propose elle aussi une solution qui permet de combiner le rôle de vis de cicatrisation qui modèle le profil gingival péri-implantaire et la prise d'empreinte numérique.

Il s'agit une base en titane Esthetibase vissée à l'implant et servant de base à un capuchon clipsé : le Profile Designer iphysio existant en 18 références qui sera choisit en fonction du profil gingival souhaité.

L'Esthetibase est proposée avec deux diamètres de plateforme différents : une plateforme Small de 4,05 mm, une plateforme Large de 4,50mm et une hauteur unique de 4,65 mm. [Fig.36]

Il est adaptable à plusieurs types d'implants : Eurotekника, Anthogyr, Astra, Biomet 3i, Biotech, Easy implant Global D, Mis, Nobel Biocare, Straumann, TBR et Zimmer. Cette pièce sera conservée et servira de base titane et donc de support aux futurs restaurations supra-implantaires.

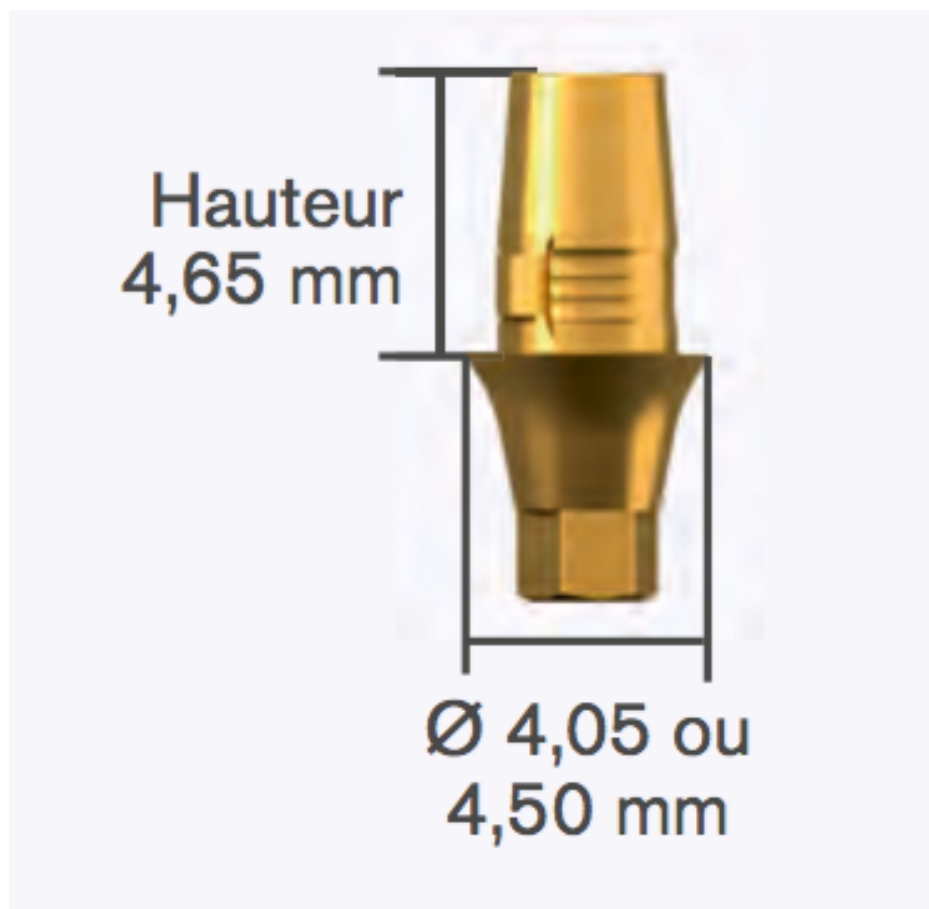


Figure 36 : Esthetibase de la marque Eurotekника

Le Profile Designer iphysio est utilisable sous 3 profils : incisives/canines, prémolaires et molaires chacun disponibles sous 3 hauteurs. [Fig.37]



Figure 37 : Profile Designer iphysio de chez Euroteknika

Une fois les deux pièces assemblées sur l'implant l'opérateur aura le choix entre la réalisation d'une empreinte classique ou une empreinte optique intra-orale.

Le praticien devra envoyer par mail son empreinte au centre de production tekniklab Lyra qui pourra ainsi concevoir les éléments prothétiques souhaités. (46)

II.3. Les différents types de restaurations supra-implantaires envisageables réalisées en CFAO

Après avoir développé les possibilités qu'un chirurgien-dentiste peut trouver sur le marché afin de réaliser une empreinte optique sur implant, nous pouvons nous demander quelles sont les différents choix qui s'offrent à lui en terme de restaurations prothétiques ?

Il existe deux grand types de restaurations possibles :

- Les piliers personnalisés et leurs couronnes
- Les restaurations prothétiques réalisées sur base titane : piliers personnalisés collés sur base titane et leurs couronnes transvissés ainsi que les couronnes monolithiques.

II.3.1. Les piliers personnalisés et leurs couronnes

Les restaurations prothétiques de ce genre se composent de deux éléments :

- Un pilier dit personnalisé ou usiné qui peut être en titane [Fig.38], ou en zircone, le tout transvissé à l'implant
- Et une couronne scellée ou collée à ce pilier

Ces restaurations sont réalisables à partir d'empreintes optiques des scanbodies, ou des vis de cicatrisation scannables.



Figure 38 : Pilier personnalisé en titane

A. Les intérêts

Les piliers personnalisés ont comme principal intérêt d'imiter la forme des dents naturelles qui permet ainsi d'obtenir une intégration fonctionnelle et esthétique de qualité.

Lors de la phase de conception par ordinateur, l'opérateur va pouvoir positionner la limite cervicale au niveau de la situation gingivale ce qui facilite l'élimination des excès de ciment de scellement au moment de l'assemblage de la couronne (facteur de risque important de péri-implantite). (47,48,49)

Une étude de Steigmann et al. propose un arbre décisionnel qui permet la réalisation d'un profil d'émergence harmonieux, en fonction de la position vestibulo-palatine de l'implant.

Le design du profil d'émergence du pilier implantaire a donc une fonction capitale dans le maintien du parodonte péri-implantaire ce qui permet un soutien idéal pour la pérennité des restaurations implanto-portées tant au niveau fonctionnel qu'esthétique. (50)

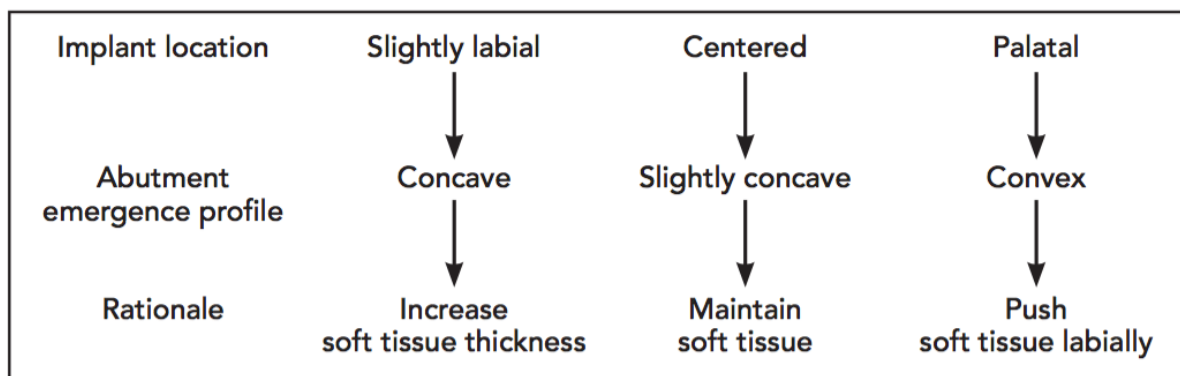


Figure 39 : Arbre décisionnel permettant le choix d'un profil d'émergence harmonieux en fonction de la position vestibule-palatine de l'implant

Un article de 2005, paru dans le *Journal of Oral and Maxillofacial Surgery*, démontre déjà les intérêts d'un pilier personnalisé en titane créé à partir des techniques de CFAO. (51)

Pour le technicien prothésiste, l'auteur explique que la courbe d'apprentissage est moins raide que pour la confection d'un pilier fabriqué main, et cela grâce à l'utilisation des logiciels de conception qui aident l'opérateur.

De plus, toutes les erreurs dues aux problèmes d'instabilités dimensionnelles que l'on rencontre en technique conventionnelle de fabrication du pilier (cire perdue, coulée des modèles) sont éliminées bien que celles-ci ne soient pas significativement affectées si les étapes protocolaires sont rigoureusement respectées.

Du fait que l'interface des piliers personnalisés obtenus par CFAO ne demande aucune autre manipulation suite à leur usinage, cette technique a le potentiel de fournir l'adaptation la plus précise par rapport aux autres types de piliers.

Quant au coût de cette technique, en 2005 l'auteur explique qu'il est intermédiaire aux autres techniques possibles, bien que celui-ci devrait diminuer avec le développement de la CFAO.

Rajoutons que leur développement s'est fait de manière concomitante à l'évolution de la demande esthétique de plus en plus importante en implantologie et en dentisterie de manière générale.

En effet leur intégration parodontale dite « anatomique » leur confère, de nos jours, une place importante dans les réhabilitations prothétiques antérieures dites esthétiques.

L'étude de Borges et al. a pu démontrer que les piliers personnalisés semblent fournir de meilleurs résultats que des piliers standardisés. Ils offrent ainsi des limites idéales à la couronne et un support aux tissus mous péri-implantaires, ce qui permet de générer la présence d'une papille entre la dent et l'implant. (52)

Une autre publication de Lops et al. parue dans le *Clinical Oral Implant Research* arrive aux mêmes conclusions. (53) [Fig.40]

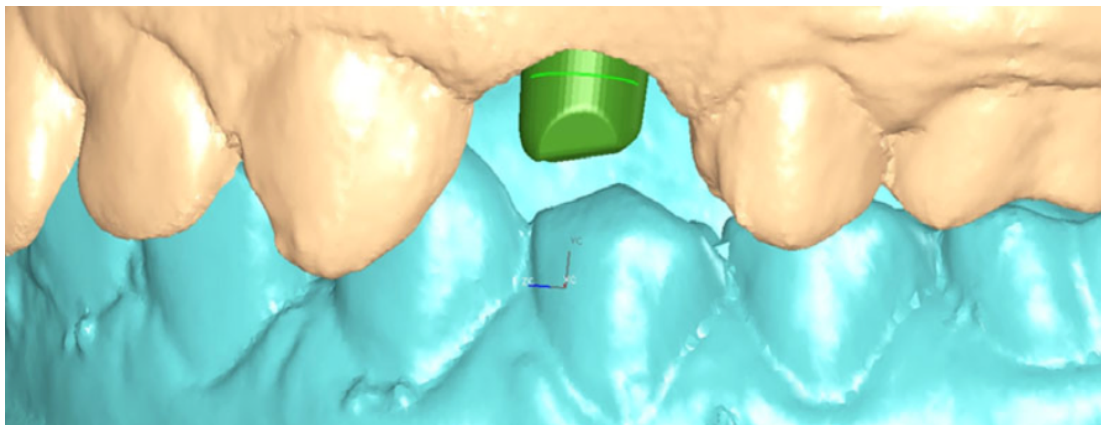


Figure 40 : Design virtuel d'un pilier implantaire réalisé en fonction des tissus mous

B. Titane ou zircone ?

Concernant les problèmes de choix entre l'utilisation d'un pilier en zircone ou en titane, une étude de 2012 démontre que l'usure au niveau de la connectique implant-pilier est supérieure lorsque le praticien choisissait d'utiliser un pilier zircone. (54)

En effet après plusieurs charges répétées cette usure est supérieure avec les piliers zircone qu'avec les piliers en titane : le module de Young du zircone étant supérieur à celui du titane, les déformations sont distribuées majoritairement au titane. [Fig.41]

Les auteurs précisent, après cette observation, que cliniquement aucune observation ne démontre qu'une connectique titane-titane est préférable.

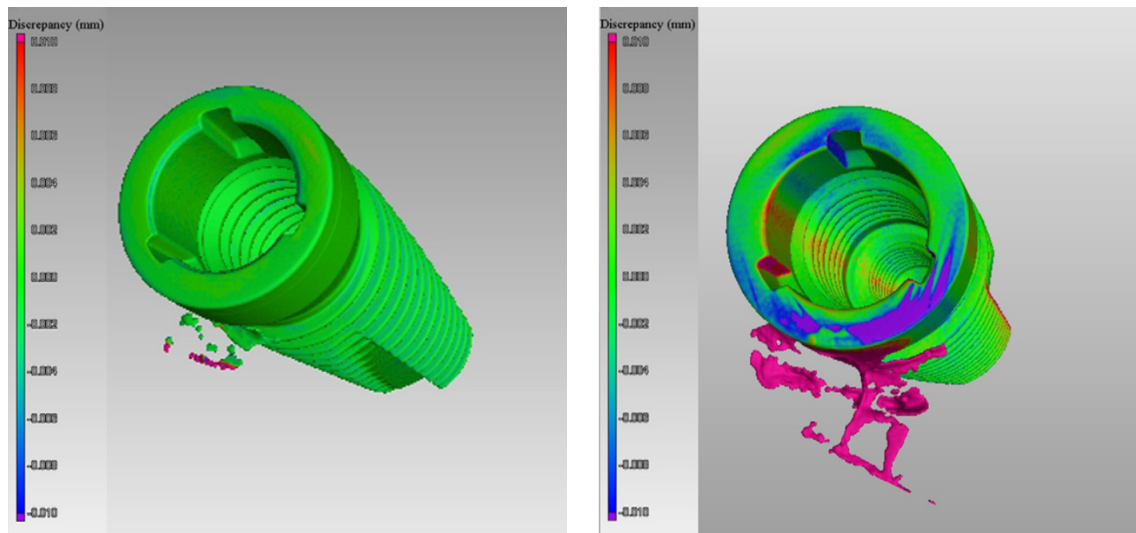


Figure 41 : Différence d'usure au niveau de l'épaule de l'implant suite au retrait d'un pilier titane (à gauche) et d'un pilier zircone (à droite)

En 2011, une revue systématique de la littérature conclue que les piliers zircons ne montrent pas d'aussi bons résultats concernant la résistance aux « forces de fracture » que les piliers titanes, bien qu'ils restent indiqués en secteur antérieur. Parallèlement, les piliers zircons semblent fournir de bons résultats au niveau de leurs interfaces avec les implants, une excellente biocompatibilité, et des résultats esthétiques intéressants spécialement pour les restaurations unitaires chez les patients avec un biotype parodontal fin.

Les auteurs restent toutefois prudents sur ce type de restaurations et évoquent la nécessité d'un plus grand nombre d'études in vivo, notamment sur les aspects de ces piliers sur le long terme. (55)

Une autre parution, datant elle de 2012, qui porte sur une revue de la littérature des articles qui traitent des résistances mécaniques des piliers implantaires zircons arrive aux conclusions que ceux-ci ont des qualités esthétiques satisfaisantes mais doivent être utilisés en région postérieure avec précaution.

En effet les tests cliniques montrent des résultats favorables pour ce genre de piliers au niveau des incisives, ainsi que pour les régions canines et prémolaires dans les cas de restaurations unitaires.

Par contre, aucune étude ne montre de résultats cliniques satisfaisants quant à leur utilisation en région molaire. (56)

II.3.2. Les bases titanes : piliers hybrides et couronnes monolithiques

La pratique quotidienne nous montre plusieurs possibilités de restaurations prothétiques utilisant les bases titanes précédemment introduites.

Cette technique représente une alternative aux piliers personnalisés zircone et titane puisqu'elle permet d'associer une connectique titane (base titane) tout en y ajoutant les qualités esthétiques et fonctionnelles d'une supra-structure en zircone ou en céramique (disilicate de lithium).

En effet, plusieurs solutions qui intègrent ces bases titanes peuvent être envisagées [Fig.42] :

- Cas clinique N°1 : le praticien décide de réaliser un pilier usiné qui sera collé sur la base titane, on parle de pilier hybride. La couronne sera ensuite scellée ou collée sur ce pilier hybride.
- Cas clinique N°2 : il décidera de concevoir directement une couronne dite monolithique collée sur la base titane.



Figure 42 : Cas clinique N°1 et cas clinique N°2

Nous décrirons à la suite les différentes phases montrant la réalisation d'une restauration sur implant pour le cas cliniques N°1 et N°2.

A. CAS CLINIQUE N°1

Le cas N°1 est issu d'un article publié dans *Swiss Dental Journal* (32), et qui expose la procédure de réalisation d'une restauration supra-implantaire comprenant un pilier usiné à partir d'un bloc de zircone collé à une base titane et une couronne à partir d'un bloc de disilicate de lithium.

Les procédures de scannage, conception et fabrication sont elles gérées à partir du système CEREC.

- Phase clinique :

La prise d'empreinte est faite après vissage d'une TiBase (base titane Sirona) sur l'implant et de son scanbody. Contrairement aux systèmes de vis de cicatrisation scannables, le dentiste devra ici dévisser la vis de cicatrisation conventionnelle de l'implant pour venir y visser la base titane surmonté de son scanbody. [Fig.43]



Figure 43 : (A) Vue occlusale du TiBase, (B) vue vestibulaire, (C) vue vestibulaire du TiBase surmonté du scanbody

Une fois l'empreinte numérique réalisée (dans ce cas avec la caméra Bluecam/CEREC AC), l'opérateur peut dévisser le TiBase et revisser la vis de cicatrisation.

La phase de conception assistée par ordinateur du pilier et de la couronne peut ainsi débuter.

- Phase laboratoire :

Celle-ci est réalisée avec le système inLab CEREC. [Fig.44]

Les auteurs de l'article recommandent de commencer par le positionnement de la couronne et la conception de sa forme qui conditionneront la conception adéquate du futur pilier sous-jacent.

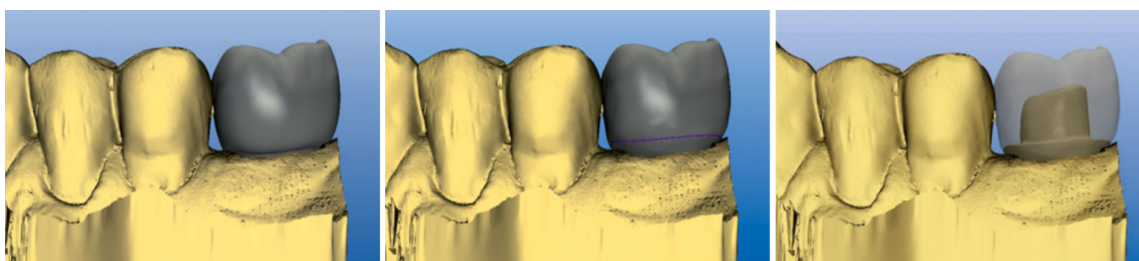


Figure 44 : Conception assistée par ordinateur (inLab CEREC)

Comme cité précédemment, il a été choisi d'utiliser un bloc de céramique en disilicate de lithium pour la réalisation de la couronne alors qu'un bloc de zircone est utilisé pour le pilier.

En 2010 Fasbinder et al. explique dans un article que les études cliniques documentées démontrent que les matériaux usinables (type bloc de céramique) révèlent longévité et prévisibilité. (57)

- Phase clinique :

Avant frittage, cristallisation et assemblage définitif des éléments obtenus sur la base titane, ceux-ci pourront être essayés en bouche.

Il s'agit ainsi de pouvoir contrôler l'ajustage des points de contact et de l'occlusion qui pourront, si nécessaire être modifiés.



Figure 45 : Essayage des éléments non frittés en bouche

Une fois le réglage de ces paramètres validé par le praticien, le frittage du pilier et la cristallisation de la couronne effectués, l'assemblage définitif des éléments à la base titane peut être effectué.

Finalement, le dentiste se chargera de coller le pilier hors bouche au TiBase en utilisant un composite autopolymérisant (Kuraray Panavia 21, Panavia F 2.0 ou encore Multilink Hybrid Abutment), de transvisser ce pilier hybride à l'implant et de coller de manière intra-orale la couronne. [Fig.46]



Figure 46 : Restauration implanto-portée définitivement posée.

Notons que ce type de restaurations pourra être réalisé en technique directe si et seulement si le praticien dispose des machines outils CEREC MC X ou MC XL et d'un four à céramique avec les programmes adéquats pour la cuisson et le refroidissement. (58,59)

L'apport d'une connectique en titane (base titane) associée à un pilier en zircone ou en céramique semblent apporter satisfaction tant sur le point mécanique qu'esthétique.

En effet une étude de Gehkre et al. compare la fatigue et la résistance à la fracture de piliers zircons standardisés, de piliers personnalisés tout zircone (obtenus par CFAO) et de piliers hybrides (base titane et pilier zircone, obtenus en CFAO) [Fig.47]. Elle montre que le pilier hybride est significativement plus résistant à la fracture que les deux autres et leur utilisation est tout à fait indiquée pour les réhabilitations postérieures. (60)



Figure 47 : Pilier zircone standardisé, pilier personnalisé, et pilier hybride

B. CAS CLINIQUE N°2

Concernant la réalisation du cas N°2, c'est à dire la réalisation d'une couronne monolithique sur base titane, nous décrivons un cas réalisé en cabinet privé.

Ce cas consiste en la réalisation d'une couronne monolithique sur base titane en utilisant un scanner intra-oral. La conception et fabrication assistée par ordinateur est réalisée par un technicien de laboratoire.

La prise d'empreinte est réalisée deux mois après la pose de l'implant qui vient remplacer la première molaire maxillaire gauche (dent 26). Une radiographie rétroalvéolaire qui permet de contrôler l'ostéointégration de l'implant est réalisée. [Fig.48]



Figure 48 : Radiographie rétroalvéolaire de l'implant à restaurer

L'implant posé est un Straumann Soft Tissue Level SynOcta (RN de 8mm).

Comme cela a été décrit, la marque Straumann impose à ses utilisateurs que la prise d'empreinte soit réalisée à l'aide d'un corps de scannage Straumann.

Le corps de scannage de type Straumann CARES Mono SynOcta de référence 048.168 est utilisé

Le scanner intra-oral utilisé est de la marque 3Shape, il s'agit de la caméra optique Trios 2.

- Phase clinique :

Le jour de la prise d'empreinte, la patiente présente au niveau de l'implant à enregistrer une vis de cicatrisation que l'on prendra soin de retirer afin de pouvoir positionner le corps de scannage. [Fig.49]

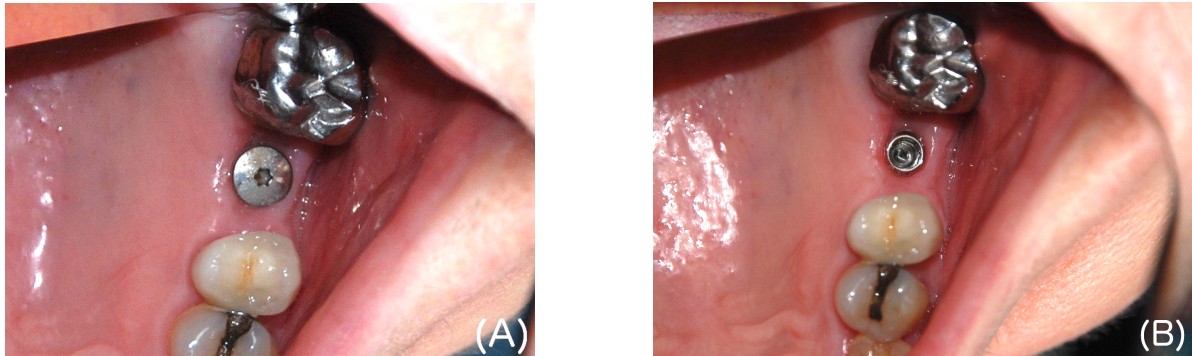


Figure 49 : (A) Vue occlusale de l'implant avec sa vis de cicatrisation, (B) vue occlusale sans la vis de cicatrisation

Comme il l'est conseillé par le fabricant, la vis autorétentive et le corps de scannage sont minutieusement désinfectés (chlorexidine à froid) avant leur introduction en bouche.

Parallèlement un grand soin est pris afin d'engager le tournevis dans la vis avant de l'introduire dans le corps de scannage, pour éviter ainsi leur aspiration par la pompe à salive. Le tournevis utilisé est le tournevis SCS Straumann. [Fig.50]

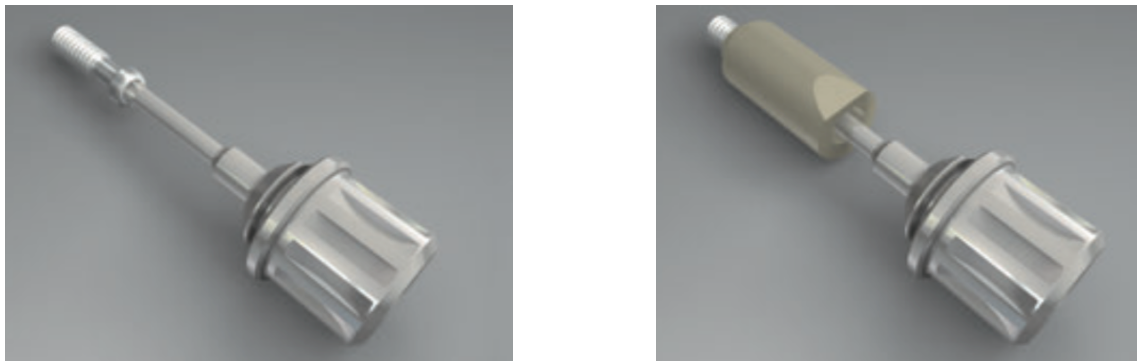


Figure 50 : Introduction de la vis dans le corps de scannage

Il est préférable pour des raisons de sûreté d'assurer le tournevis à l'aide d'un fil dentaire pour permettre une récupération plus aisée en cas de chute en fond de gorge et d'éviter son ingestion par le patient.

La partie biseautée du corps de scannage devra être positionnée vestibulairement ou orientée en position palatine, de plus le corps de scannage ne devra pas être en contact avec les dents proximales. (37)

Une fois le corps de scannage vissé sur l'implant, la phase de numérisation peut débuter. [Fig.51 et 52]



Figure 51 : Vue vestibulaire du corps de scannage vissé à l'implant



Figure 52 : Vue occlusale, projetée dans un miroir, du corps de scannage vissé à l'implant

Concernant le paramétrage du scanner intra-oral sur l'écran tactile du chariot : la dent concernée et le type de restauration souhaité (matériau, teinte) devront être définis.

La caméra intra-orale Trios 2 démarre l'enregistrement continu des tissus dentaires et parodontaux suite à la pression de son bouton de démarrage.

Comme cité précédemment, les scanners intra-oraux 3Shape ne nécessitent aucun poudrage des surfaces à enregistrer, cependant il est indispensable de sécher les tissus avant de réaliser l'empreinte.

Rappelons que l'étude de P. Müller et al. (27) portant sur le Trios Pod démontre qu'un enregistrement qui débute par la face occlusale, suivi de l'enregistrement de la face palatine et finalement vestibulaire offre des empreintes de meilleures qualités. [Fig. 53 et 54]



Figure 53 : Enregistrement de la face occlusale du corps de scannage et des dents proximales



Figure 54 : Enregistrement des faces vestibulaires

L'enregistrement complet doit prendre en compte des images du scanbody, des dents proximales, des images de l'arcade antagoniste, mais aussi des deux arcades en occlusions.

Chacune de ces zones doivent être enregistrées de manière à mettre en évidence, les faces vestibulaires, palatines ou linguales, et occlusales. Seul un enregistrement vestibulaire des arcades en occlusion d'intercuspidie maximale est nécessaire.

Le système 3Shape prévoit la possibilité de définir à l'aide du scanner différentes teintes. Nous contrôlerons ces propositions à l'aide d'un teintier Vita classical.

Suite à cette opération nous pouvons dévisser le corps de scannage et repositionner la vis de cicatrisation.

La réalisation en technique directe de restaurations supra-implantaires n'est pas permise avec la marque Straumann (in-office). L'intégralité de la conception et de la fabrication assistée par ordinateur devra être réalisée par un technicien de laboratoire.

Les données numériques enregistrées lors de la prise d'empreinte seront donc envoyées par internet sous forme de fichier ouvert STL au laboratoire de notre choix.

- Phase laboratoire :

En premier lieu, le prothésiste commande à la société Euromax-Monaco la réalisation de modèles usinés issus des empreintes optiques. Il recevra ainsi les deux héli-arcades précédemment numérisées et positionnera sur le modèle maxillaire la base titane Straumann : le pilier Variobase. [Fig.55]

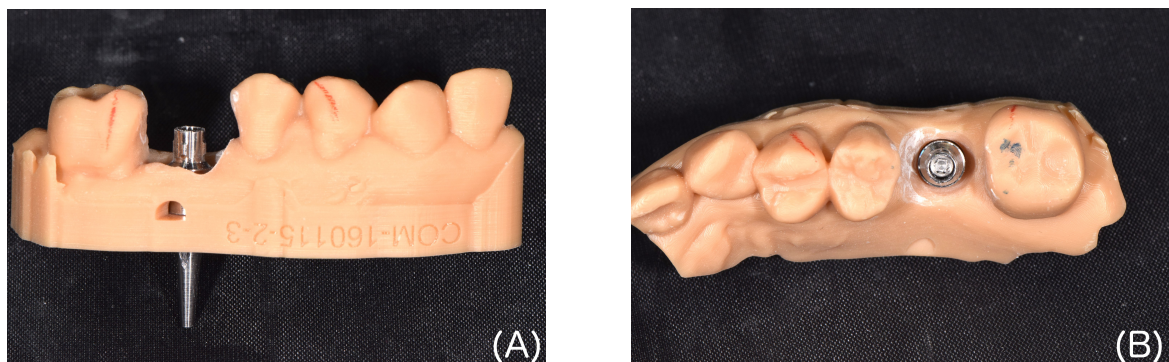


Figure 55 : (A) Vue vestibulaire et (B), vue occlusale du modèle usiné maxillaire et de son pilier Variobase

Parallèlement celui-ci réalise le design de la couronne monolithique qui après validation est suivi de la phase de fabrication assistée par ordinateur.

Pour la conception virtuelle, le prothésiste travaille sur le logiciel Dental Wings alors que la fabrication sera réalisée par Straumann Center.

Dans ce cas, la couronne ne sera pas produite en un seul temps par usinage. En effet, il a été convenu que seule la chape de cette couronne soit réalisée par technique CFAO, si bien qu'une fois celle-ci obtenue, une stratification à partir d'une céramique cosmétique sera réalisée.

Après traitement et nettoyage des empreintes numériques, le prothésiste choisit, à partir d'une banque d'implants numériques classés par fabricants et références, l'implant réellement posé par le chirurgien-dentiste. [Fig.56]

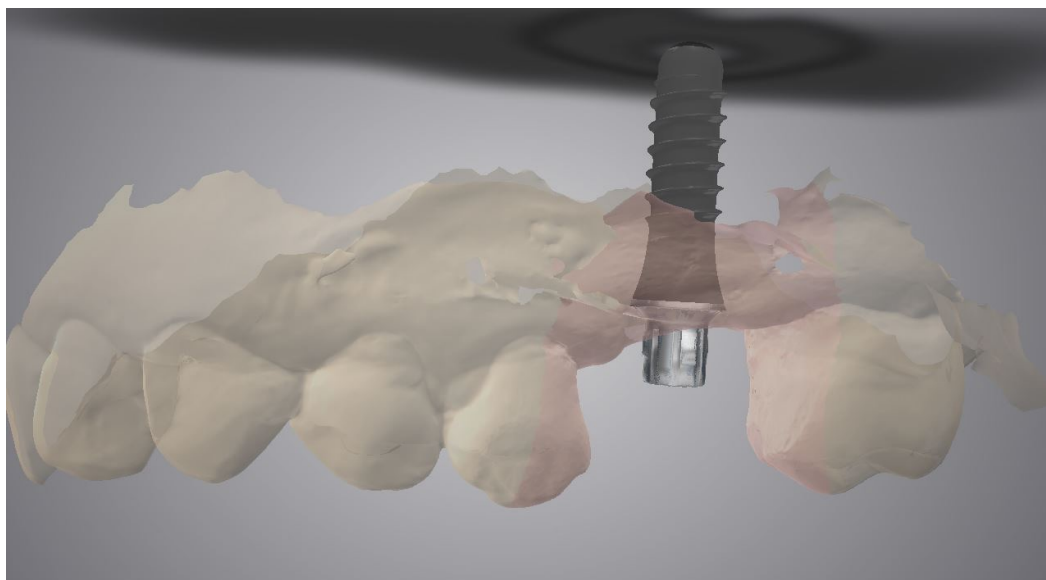


Figure 56 : Mise en place de l'implant virtuel Straumann avec le logiciel Dental Wings

Comme cité précédemment, le technicien choisit de ne designer qu'une chape. Celle-ci, pour des raisons de résistance aux importantes forces masticatoires rencontrées en région molaire, sera conçue à partir d'une mésostructure en zirconium de chez Straumann. [Fig.57]

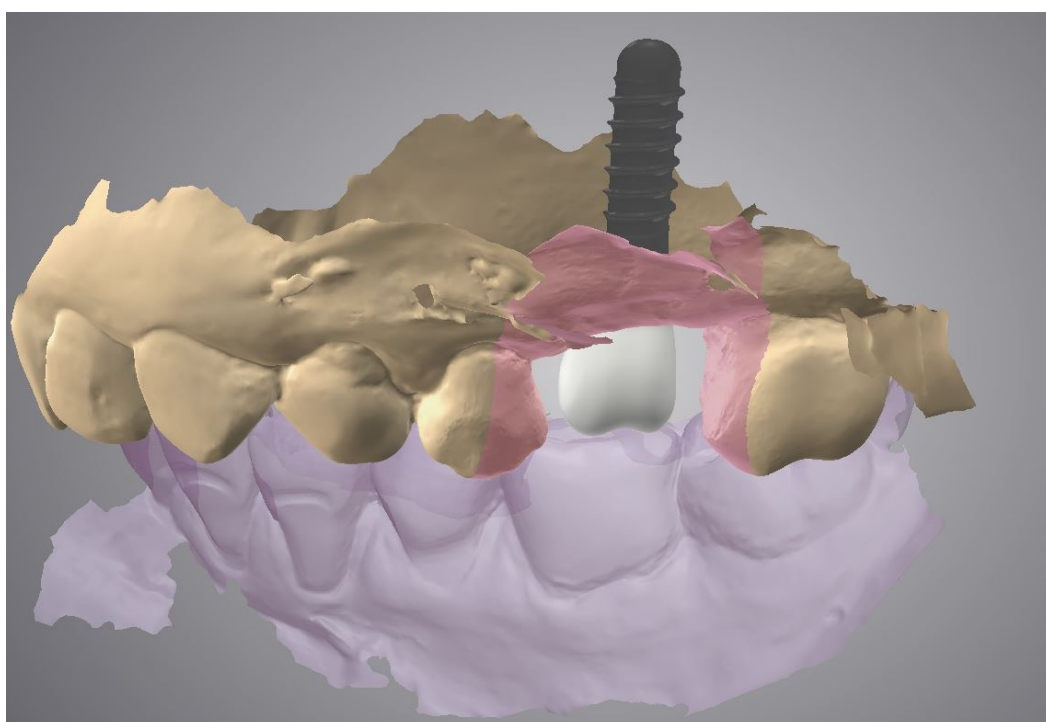


Figure 57 : Design de la chape, en place sur l'implant virtuel

Suite à l'usinage de cette chape qui aura été réalisé dans un centre de production Straumann à Leipzig en Allemagne, le prothésiste montera par technique de stratification une céramique cosmétique (Ivoclar Vivadent) en teinte B3. Pour un meilleur mimétisme, un maquillage des sillons sera aussi effectué. [Fig.58]



Figure 58 : Différentes vues de la couronne après stratification et maquillage

Avant le collage définitif à sa base titane, et afin de permettre d'éventuelles retouches (points de contact, occlusion), celle-ci est essayée sur son modèle. [Fig.59]

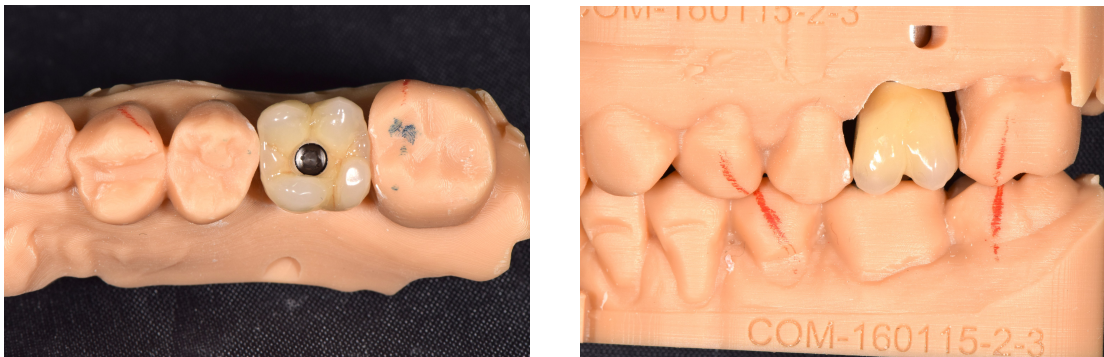


Figure 59 : Essayage de la couronne avant son collage sur le pilier Variobase

Le concept de restauration hybride prévoit le collage de la couronne usinée directement à la base titane. L'intégralité de la restauration sera finalement transvissée à l'implant.

Nous réaliserons dans ce cas le protocole prévu par la marque Ivoclar Vivadent.

Dans un premier temps, il est nécessaire de réaliser une préparation des surfaces de la couronne et du pilier Variobase.

La partie coronaire du pilier Variobase, ainsi que l'intrados de la couronne sont sablés de manière à créer un état de surface rugueux améliorant la rétention. Celles-ci sont ensuite nettoyées, rincées, et séchées à l'air exempt d'huile. [Fig.60 (A) et (B)]

De manière à créer une adhésion chimique entre le composite de collage et les surfaces à coller nous utiliserons le primer universel Monobond Plus d'Ivoclar Vivadent. [Fig.60 (C)]

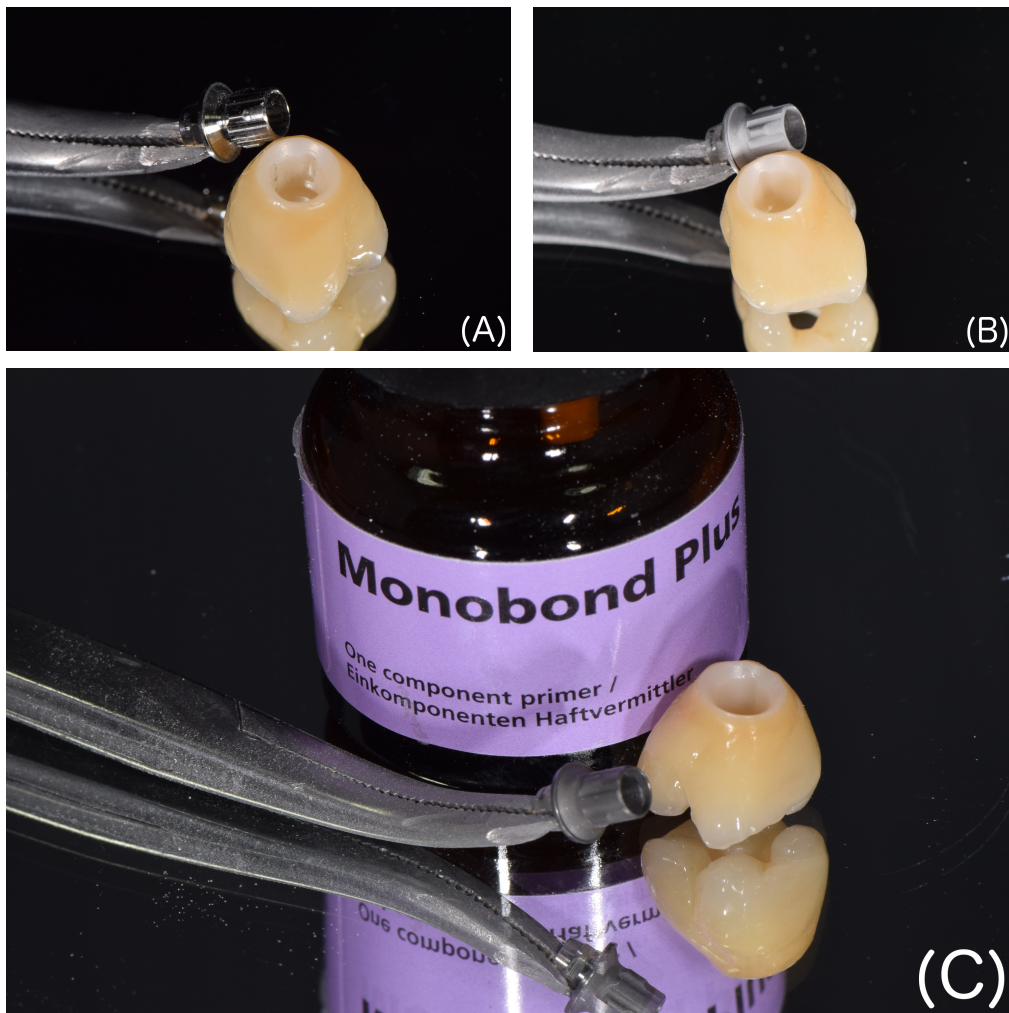


Figure 60 : Préparation des états de surface de la Variobase et de la couronne :
 (A) Couronne après sablage de son intrados, (B) Variobase et couronne sablées
 (C) mise en place du primer d'adhésion sur les surfaces à coller

Son application se fera en fine couche à l'aide d'un micro-pinceau sur les surfaces pré-traitées. Il sera laissé actif pendant une soixantaine de secondes avant de disperser les excès avec un souffle d'air. (61)

Suite à la préparation et au nettoyage des surfaces, nous pouvons procéder au collage du pilier Variobase et de la couronne.

Nous utiliserons ainsi le composite autopolymérisant Multilink Hybrid Abutment d'Ivoclar Vivadent. Celui-ci est disponible sous deux teintes différentes (HO 0 et MO 0).

Pour plus de simplicité, l'application de ce composite se fera sur le pilier Variobase au niveau de la zone de contact avec la couronne.

De manière à faciliter sa préhension il est recommandé de maintenir le pilier Variobase en utilisant une pince. [Fig.61]

Suite à une application homogène du Multilink Hybrid Abutment, nous insérons la couronne sur le pilier Variobase en pressant fermement les parties l'une contre l'autre pendant environ 5 secondes.

Notons que le temps de travail de ce composite est d'environ 2 minutes à 23°C.



Figure 61 : Collage du pilier Variobase et de la couronne

Il est nécessaire de prendre soin de retirer les excès qui auraient éventuellement pu s'introduire dans le puits de vis avant le début de la polymérisation.

Le fabricant conseille à ses utilisateurs d'appliquer sur le joint de collage un gel de glycérine (exemple : Liquid Strip). Celui-ci a pour vocation d'éviter la formation d'une couche inhibée. Il faudra faire attention à ce que le gel glyciné ne se mélange pas au composite ou qu'il le déplace. Il sera laissé sur le joint de collage jusqu'à polymérisation complète.

Il est recommandé de laisser la prothèse pendant 7 minutes sans occasionner de mouvements ou perturbations qui peuvent nuire à l'autopolymérisation.

Après polymérisation complète du composite de collage, le gel glyciné peut être rincé à l'eau.

Il sera indispensable de polir le joint de collage à l'aide de polissoirs siliconés à faible vitesse de manière à éviter toute surchauffe.

Le nettoyage final de la restauration se fera à la vapeur. (62)

La figure 62 nous expose les modèles usinés en occlusions et la restauration prothétique terminée prêts à être réexpédiés au chirurgien-dentiste.

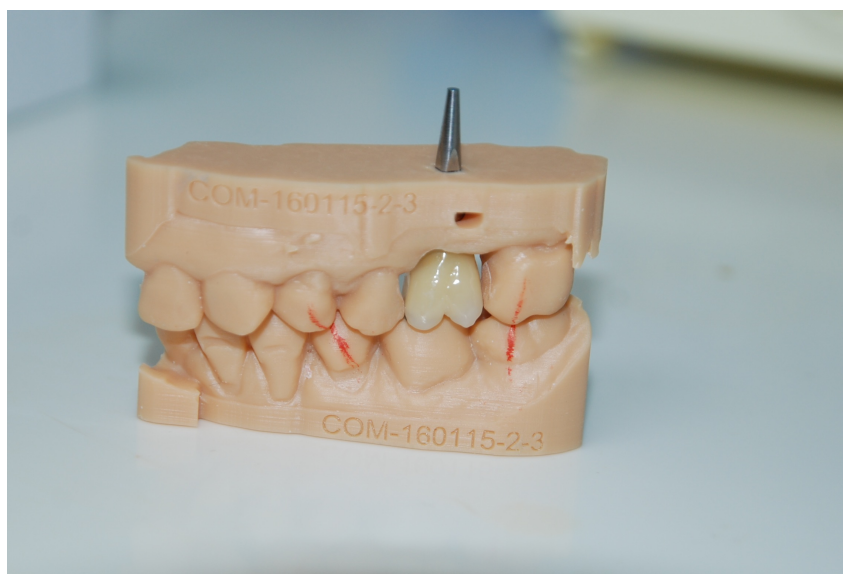


Figure 62 : Modèles usinés en occlusions et restauration prothétique terminée

- Phase clinique :

Une dizaine de jours après son envoi, nous recevons au cabinet la restauration terminée prête à être définitivement posée en bouche.

La pose est assez simple. Nous commençons par retirer la vis de cicatrisation. Un premier essayage est réalisé après vissage manuelle (inférieur à 15 Newton/cm) afin de valider l'équilibration occlusale et les points de contact interproximaux.

Après validation de la restauration, un serrage à la clé dynamométrique de 35 N/cm finalise l'insertion de la couronne. [Fig.63]

Le puit d'accès est finalement rebouché à l'aide du composite fluide nano-hybride Reflets Flow de la marque Itena.

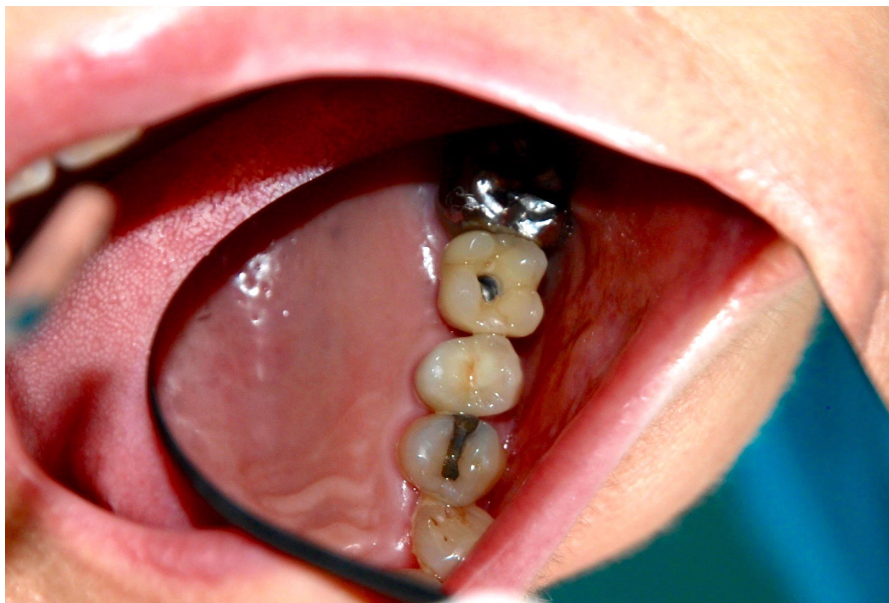


Figure 63 : Vue occlusale de la supra-structure implantaire

Un rendez-vous de contrôle est programmé avec la patiente 6 mois après la pose de la couronne.

Notre cas clinique nous a imposé une période d'ostéointégration de l'implant de 2 mois sans mise en charge.

Une étude parue dans le *Journal of Prosthodontics* en 2014 développe une technique dite « Munich Implant Concept » qui propose la possibilité de réalisation d'une couronne monolithique sur « insert titane » en deux temps opératoires.

L'empreinte digitale est réalisée grâce à un corps de scannage le jour de la pose de l'implant et la restauration transvissée qui comprend une base titane et une couronne monolithique est mise en place lors d'une deuxième séance.

Les auteurs de ce cas clinique parlent d'un risque de péri-implantite moins élevé lors du respect de ce protocole grâce à la formation d'un long épithélium de jonction entre les tissus mous et la restauration.

C'est un procédé intéressant tant au niveau biologique qu'au niveau confort du patient. (63)

CONCLUSION

Il est indéniable qu'aujourd'hui, la dentisterie numérique a pris une place plus qu'importante dans la pratique quotidienne en cabinet dentaire.

Nous avons pu constater qu'un nombre grandissant de marques implantées depuis des années dans le domaine de la dentisterie proposent une gamme de produits destinés à la CFAO dentaire.

L'extension de cette discipline au domaine de la prothèse sur implant ne s'est pas fait attendre.

En effet des marques tels que Straumann, Zimmer, et Camlog proposent désormais des solutions aux praticiens qui souhaitent étendre le domaine de la prothèse sur implant à la CFAO.

L'utilisation des corps de scannage et vis de cicatrisations scannables sont aujourd'hui « monnaie courante » et semblent montrer, en plus d'une facilité de manipulation, des résultats de précision comparables voire supérieurs aux empreintes conventionnelles.

Concernant les restaurations prothétiques supra-implantaires, nous retrouvons aujourd'hui, en plus des piliers personnalisés que l'on connaissait déjà en prothèse sur implant conventionnelle, la possibilité de réaliser des restaurations à partir de base titane qui mêlent résultats esthétiques, compétences mécaniques de qualité ainsi qu'une diminution du nombre de séance et un meilleur confort pour le patient.

Bien que ces protocoles semblent déjà fournir satisfaction, tant pour le patient que pour le praticien, il est intéressant de noter que ceux-ci restent tout de même des technologies et des thérapeutiques nouvelles qui témoignent d'un recul clinique encore insuffisant.

Il est indispensable qu'un plus grand nombre d'articles validés scientifiquement portant sur des études in vitro et cliniques sur le long terme puissent voir le jour.

Notons qu'à travers ce travail nous nous sommes intéressés qu'à la réalisation de couronnes sur implants unitaires alors qu'aujourd'hui le domaine de la CFAO en dentisterie rend possible la réalisation de restaurations prothétiques de plus grandes étendues (bridges).

De plus, il est possible en associant aux techniques de CFAO dentaire les scanners de tomographie 3D, de réaliser une planification pré-chirurgicale de la future position de l'implant et donc de concevoir en amont la future prothèse.

TABLE DES ILLUSTRATIONS

Figures	Sources	Pages
1	F. Duret B. Pelissier B. Duret « Peut-on envisager de faire des empreintes optiques en bouche ? » Stratégie Prothétique. Février 2005	8
2	http://www.sirona.fr/fr/produits/dentisterie-numerique/implantologie-avec-cerec/?tab=4002 http://www.medicaexpo.com/prod/planmeca/product-73644-521080.html http://fr.dmgmori.com	10
3	Miyazaki Y. Hotta J. Kunii S. Kuriyama Y. Tamaki « A review of dental CAD/CAM: current status and future perspectives from 20 years of experience. » Dental Materials Journal 2009 Jan;28(1):44-56	12
4	http://www.sirona.com/en/products/digital-dentistry/implantology-with-cerec/?tab=3713	15
5	Brochure Sirona - Prise d'empreinte numérique avec cerec Omnicam et cerec Bluecam	16
6	http://baltmed.lt/lt/iranga/odontologijai/cerec/frezavimo-irenginiai	17
7	Notice d'utilisation Sirona Dental TiBase	19
8	http://www.3shape.com/en/new+products/trios/intraoral+scanners	20
9	http://www.3shape.com/en/new+products/trios/intraoral+scanners	20
10	http://www.dentalproductsreport.com/dental/article/top-10-editors-choice-products	22
11	Brochure 3M - 3M True Definition Scanner	24
12	Brochure 3M - 3M True Definition Scanner	25
13	Brochure BellaTek ENCODE	26
14	http://www.rutherforddentallab.com/carestream-cs-3500/	27
15	Brochure Carestream Dental- CS Solutions	28
16	Brochure Carestream Dental - CS Solutions	28
17	http://www.planmeca.com/fr/CADCAM/CADCAM-pour-cabinets-dentaires/planmeca-planscan/	29
18	http://www.planmeca.com/fr/CADCAM/CADCAM-pour-cabinets-dentaires/planmeca-planmill-40/	30
19	http://www.medicaexpo.fr/prod/align-technology/product-71668-726337.html http://www.medicaexpo.fr/prod/align-technology/product-71668-533503.html	31

Figures	Sources	Pages
20	SJ. Lee GO. Gallucci « Digital vs. conventional implant impressions: efficiency outcomes. » Clinical Oral Implants Research 2013 Jan;24(1):111-5.	34
21	M. Stimmelmayer JF. Güth K. Erdelt D. Edelhoff F. Beuer « Digital evaluation of the reproducibility of implant scanbody fit—an in vitro study » Clinical Oral Investigations (2012) 16:851–856	35
22	T. Joda JG. Wittneben U. Brägger « Digital implant impressions with the "Individualized Scanbody Technique" for emergence profile support. » Clinical Oral Implants Research 2014 Mar;25(3):395-7	35
23	Brochure Sirona - Sirona Dental CAD/CAM System ScanPost	37
24	Brochure Sirona - Sirona Dental CAD/CAM System ScanPost	38
25	O. Rauscher « Impressionless implant-supported restorations with Cerec 4.2. » International Journal of Computerized Dentistry 2014;17(2):159-68	38
26	Brochure Straumann - Mode d'emploi étape par étape pour les corps de scanne intra-oraux.	39
27	https://www.camlogconnect.com/lexicon/definition/scanbody-camlog	40
28	N. Nayyar B. Yilmaz E. McGlumphy « Using digitally coded healing abutments and an intraoral scanner to fabricate implant-supported, cement-retained restorations » Journal of Prosthetic Dentistry 2013 Apr;109(4):210-5.	41
29	Christopher D. Ramsey, DMD, Robert G. Ritter, DMD « Utilization of Digital Technologies for Fabrication of Definitive Implant-Supported Restorations » Journal of Esthetic and Restorative Dentistry 2012 Oct;24(5):299-308.	42
30	Christopher D. Ramsey, DMD, Robert G. Ritter, DMD « Utilization of Digital Technologies for Fabrication of Definitive Implant-Supported Restorations » Journal of Esthetic and Restorative Dentistry 2012 Oct;24(5):299-308.	43
31	Christopher D. Ramsey, DMD, Robert G. Ritter, DMD « Utilization of Digital Technologies for Fabrication of Definitive Implant-Supported Restorations » Journal of Esthetic and Restorative Dentistry 2012 Oct;24(5):299-308.	43

Figures	Sources	Pages
32	Christopher D. Ramsey, DMD, Robert G. Ritter, DMD « Utilization of Digital Technologies for Fabrication of Definitive Implant-Supported Restorations » Journal of Esthetic and Restorative Dentistry 2012 Oct;24(5):299-308.	44
33	Christopher D. Ramsey, DMD, Robert G. Ritter, DMD « Utilization of Digital Technologies for Fabrication of Definitive Implant-Supported Restorations » Journal of Esthetic and Restorative Dentistry 2012 Oct;24(5):299-308.	44
34	Christopher D. Ramsey, DMD, Robert G. Ritter, DMD « Utilization of Digital Technologies for Fabrication of Definitive Implant-Supported Restorations » Journal of Esthetic and Restorative Dentistry 2012 Oct;24(5):299-308.	45
35	Christopher D. Ramsey, DMD, Robert G. Ritter, DMD « Utilization of Digital Technologies for Fabrication of Definitive Implant-Supported Restorations » Journal of Esthetic and Restorative Dentistry 2012 Oct;24(5):299-308.	45
36	Brochure PROFILE DESIGNER - EuroTeknika Groupe	46
37	Brochure PROFILE DESIGNER - EuroTeknika Groupe	47
38	D. Mahl F. Glenz Carlo P. Marinello « Prise d’empreinte numérique d’implants » Swiss Dent Journal 2014;124(2):165-86.	48
39	Steigmann & al. « Emergence Profile Design Based on Implant Position in the Esthetic Zone » International Journal of Periodontics & Restorative Dentistry 2014;34:559–563.	49
40	Lops & al. « Soft tissues stability of cad-cam and stock abutments in anterior regions: 2-year prospective multicentric cohort study » Clinical Oral Implants Research 2015 Dec;26(12):1436-42	50
41	M. Stimmelmayer D. Edelhoff JF. Güth K. Erdelt A. Happe F. Beuer « Wear at the titanium–titanium and the titanium–zirconia implant–abutment interface: A comparative in vitro study » Dental Materials Journal 2012 Dec;28(12):1215-20.	51
42	D. Mahl F. Glenz Carlo P. Marinello « Prise d’empreinte numérique d’implants » Swiss Dent Journal 2014;124(2):165-86.	52

Figures	Sources	Pages
	Cas clinique personnel - Laboratoire HTD	
43	D. Mahl F. Glenz Carlo P. Marinello « Prise d'empreinte numérique d'implants » Swiss Dent Journal 2014;124(2):165-86.	52
44	D. Mahl F. Glenz Carlo P. Marinello « Prise d'empreinte numérique d'implants » Swiss Dent Journal 2014;124(2):165-86.	53
45	D. Mahl F. Glenz Carlo P. Marinello « Prise d'empreinte numérique d'implants » Swiss Dent Journal 2014;124(2):165-86.	53
46	D. Mahl F. Glenz Carlo P. Marinello « Prise d'empreinte numérique d'implants » Swiss Dent Journal 2014;124(2):165-86.	54
47	P. Gehrke & al. « In Vitro Fatigue and Fracture Resistance of One- and Two-Piece CAD/CAM Zirconia Implants Abutments. » The International Journal of Oral & Maxillofacial Implants. 2015 May-Jun;30(3):546-54.	54
48	Cas clinique personnel - Radiographie rétroalvéolaire RSV3	55
49	Cas clinique personnel - Photographies Dr. Arnaud Henry	56
50	Brochure Straumann - Mode d'emploi étape par étape pour les corps de scande intra-oraux.	56
51	Cas clinique personnel - Photographie Dr. Arnaud Henry	57
52	Cas clinique personnel - Photographie Dr. Arnaud Henry	57
53	Cas clinique personnel - Photographie Dr. Arnaud Henry	58
54	Cas clinique personnel - Photographie Dr. Arnaud Henry	58
55	Cas clinique personnel - Photographies Dr. Arnaud Henry	59
56	Cas clinique personnel - Capture d'écran Laboratoire HTD	60
57	Cas clinique personnel - Capture d'écran Laboratoire HTD	60
58	Cas clinique personnel - Photographies Laboratoire HTD	61
59	Cas clinique personnel - Photographies Laboratoire HTD	61
60	Cas clinique personnel - Photographies Laboratoire HTD	62
61	Cas clinique personnel - Photographie Laboratoire HTD	63

Figures	Sources	Pages
62	Cas clinique personnel - Photographie Laboratoire HTD	63
63	Cas clinique personnel - Photographie Dr. Arnaud Henry	64

BIBLIOGRAPHIE

- #1 F. Duret « **Empreinte Optique**, in **Faculté d'Odontologie**. » 1973, Université Claude Bernard: Lyon. p. 400.
- #2 M. Fages B. Bennasar J. Raynal O. Landwerlin J. Margerit « **L'empreinte optique intra-buccale en pratique quotidienne** » Stratégie prothétique mars-avril 2011 Vol° 11, n°2
- #3 F. Duret B. Pelissier B. Duret « **Peut-on envisager de faire des empreintes optiques en bouche ?** » Stratégie Prothétique. Février 2005
- #4 R. van Noort « **The future of dental devices is digital** » Dental Materials Journal 2012 Jan;28(1):3-12
- #5 L. Tapie N. Lebon JP. Attal « **La chaîne numérique en CFAO dentaire en prothèse conjointe** » Réalités Cliniques 2015. Vol. 26, n° 4 : pp. 263-273
- #6 F. Beuer, J. Schweiger D. Edelhoff « **Digital dentistry: an overview of recent developments for CAD/CAM generated restorations** » British Dent Journal 2008 May 10;204(9):505-11.
- #7 C. Moussally S. Cazier JP. Attal « **L'empreinte optique** » Entretiens d'Odontologie-Stomatologie 2010 - Entretiens de Bichat 2010
- #8 S. Ting-shu S. Jian « **Intraoral Digital Impression Technique: A Review** » Journal of Prosthodontics 00 (2014) 1–9
- #9 « Guide de la CFAO dentaire » <http://www.cnifpd.fr>
- #10 DJ. Fasbinder « **Computerized technology for restorative dentistry** » American Journal of Dentistry 2013 Jun;26(3):115-20.
- #11 L. Tapie N. Lebon JP. Attal « **Le flux numérique en CFAO dentaire pour la prothèse conjointe. Structuration et manipulation des données numériques.** » Réalités Cliniques 2015. Vol° 26, n° 4 : pp. 274-281
- #12 S. Sabiha Bunek C. Brown Mary E. Yakas « **The Evolving Impressions of Digital Dentistry** » Inside dentistry January 2014
- #13 S. Cazier JB. Chieze MA. Hrycenko « **Place de la CFAO directe en omnipratique. Inlay-Onlay** » Réalités cliniques, vol 20, N° 4, 2009, 20 : p 219-229.
- #14 JP. Attal G MA Tirlet « **La CFAO appliquée à l'odontologie restauratrice et à la prothèse** » Réalités cliniques, vol 20, N° 4, 2009, 20

- #15 J MA. Montenero « **La CFAO indirecte dans un laboratoire de prothèse** » Réalités cliniques, vol 20, N° 4, 2009, 20
- #16 M. Hollender J. Richelme Y. Allard JP. Casu « **La CFAO indirecte** » L'information Dentaire n° 20 - 21 mai 2014
- #17 T. Miyazaki Y. Hotta J. Kunii S. Kuriyama Y. Tamaki « **A review of dental CAD/CAM: current status and future perspectives from 20 years of experience.** » Dental Materials Journal 2009 Jan;28(1):44-56.
- #18 F. Duret B. Pelissier M. Fages « **Empreintes optiques et perspectives d'avenir** » Stratégie Prothétique n°4 vol 10 sept-oct 2010
- #19 Patzelt & al. « **Accuracy of full-arch scans using intraoral scanners** » Clinical Oral Investigations (2014) 18:1687–1694
- #20 Yuzbasioglu & al. « **Comparison of digital and conventional impression techniques: evaluation of patients' perception, treatment comfort, effectiveness and clinical outcomes** » BMC Oral Health. 2014 Jan 30;14:10.
- #21 Site Web Sirona : <http://www.sirona.com>
- #22 WH. Mörmann « **The Evolution of the CEREC System** » Journal of the American Dental Association 2006 Sep;137 Suppl:7S-13S
- #23 A. Touchstone T. Nieting N. Ulmer « **Digital transition. The collaboration between dentists and laboratory technicians on CAD/CAM restorations** » Journal of the American Dental Association 2010 Jun;141 Suppl 2:15S-9S.
- #24 DJ. Fasbinder « **The CEREC system 25 years of chairside CAD/CAM dentistry** » Journal of the American Dental Association 2010 Jun;141 Suppl 2:3S-4S.
- #25 Site Web 3Shape : <http://www.3shapedental.com>
- #26 S. Cazier C. Moussaly « **Descriptif des différents systèmes d'empreinte optique** » Revue d'Odonto Stomatologie 2013 Mai, Tome 42 - N°2
- #27 P. Müller A. Ender T. Joda J. Katsoulis J. « **Impact of digital intraoral scan strategies on the impression accuracy using the TRIOS Pod scanner** » Quintessence International 2016;47(4):343-9.
- #28 Jäger & al. « **Processus de travail numérique avec le Lava Chairside Oral Scanner C.O.S. et la technique Lava** » Revue Suisse Odontostomatologie Vol° 122 4/2012.

#29 Site Web Carestream : <http://www.carestreamdental.com/fr/fr>

#30 Site Web Planmeca : <https://e4d.com>

#31 Site Web iTero : <http://www.itero.com>

#32 D. Mahl F. Glenz Carlo P. Marinello « **Prise d’empreinte numérique d’implants** » Swiss Dent Journal 2014;124(2):165-86.

#33 SJ. Lee GO. Gallucci « **Digital vs. conventional implant impressions: efficiency outcomes.** » Clinical Oral Implants Research 2013 Jan;24(1):111-5.

#34 M. Stimmelmayer JF. Güth K. Erdelt D. Edelhoff F. Beuer « **Digital evaluation of the reproducibility of implant scanbody fit—an in vitro study** » Clinical Oral Investigations (2012) 16:851–856

#35 T. Joda JG. Wittneben U. Brägger « **Digital implant impressions with the "Individualized Scanbody Technique " for emergence profile support.** » Clinical Oral Implants Research 2014 Mar;25(3):395-7

#36 **Notice d’utilisation ScanPost.** Sirona Dental System GmbH

#37 **Mode d’emploi étape par étape pour les corps de scanne intra-oraux.** Straumann www.straumann.com

#38 **Brochure Camlog**

#39 Abrahamsson & al. « **The mucosal barrier following abutment dis/reconnection An experimental study in dogs** » Journal of Clinical Periodontology 1997: 24: 568- 572.

#40 Degidi & al. « **Nonremoval of Immediate Abutments in Cases Involving Subcrestally Placed Postextractive Tapered Single Implants: A Randomized Controlled Clinical Study** » Clinical Implant Dentistry and Related Research 2014 Dec;16(6):794-805.

#41 **Brochure BellaTek ENCODE**

#42 Y. Grossmann M. Pasciuta IM. Finger « **A novel technique using a coded healing abutment for the fabrication of a CAD/CAM titanium abutment for an implant-supported restoration** » Journal of Prosthetic Dentistry 2006 Mar;95(3):258-61.

#43 N. Nayyar B. Yilmaz E. McGlumphy « **Using digitally coded healing abutments and an intraoral scanner to fabricate implant-supported, cement-retained restorations** » Journal of Prosthetic Dentistry 2013 Apr;109(4):210-5.

- #44 G. Telleman GM. Raghoobar A. Vissink HJ. Meijer « **The use of a coded healing abutment as an impression coping to design and mill an individualized anatomic abutment: A clinical report** » Journal of Prosthetic Dentistry 2011 May;105(5):282-5.
- #45 Christopher D. Ramsey, DMD, Robert G. Ritter, DMD « **Utilization of Digital Technologies for Fabrication of Definitive Implant-Supported Restorations** » Journal of Esthetic and Restorative Dentistry 2012 Oct;24(5):299-308.
- #46 **Brochure PROFILE DESIGNER - EuroTeknika Groupe**
- #47 T. Lachkar « **La conception d'un pilier sur-mesure en CFAO Une réponse spécifique à chaque cas clinique** » CAD/CAM France Vol.2, N° 3/2012.
- #48 Y. Moal T. Brincat « **Intérêt esthétique du pilier Atlantis dans le secteur antérieur** » Le Fil Dentaire N°72, Avril 2012
- #49 M. Daas L. Toussaint L. Pariente K. Dada « **CAD CAM et pilier implantaire : la gestion du profil d'émergence** » Réalités Cliniques 2015. Vol 26, n°3
- #50 Steigmann & al. « **Emergence Profile Design Based on Implant Position in the Esthetic Zone** » International Journal of Periodontics & Restorative Dentistry 2014;34:559–563.
- #51 G. Priest « **Virtual-Designed/Milled Implant Abutments** » Journal of Oral and Maxillofacial Surgery 2005 Sep;63(9 Suppl 2):22-32.
- #52 Borges & al. « **Clinical Outcome of Inter-Proximal Papilla between a Tooth and a Single Implant Treated with CAD/CAM Abutments: a Cross- Sectional Study** » Journal of Oral & Maxillofacial Research 2012 Oct 1;3(3):e4.
- #53 Lops & al. « **Soft tissues stability of cad-cam and stock abutments in anterior regions: 2-year prospective multicentric cohort study** » Clinical Oral Implants Research 2015 Dec;26(12):1436-42.
- #54 M. Stimmelmayer D. Edelhoff JF. Güth K. Erdelt A. Happe F. Beuer « **Wear at the titanium–titanium and the titanium–zirconia implant–abutment interface: A comparative in vitro study** » Dental Materials Journal 2012 Dec;28(12):1215-20.
- #55 AL. Gomes J. Montero « **Zirconia implant abutments: A review** » Medicina Oral Patologia Oral y Cirugia Bucal 2011 Jan 1;16(1):e50-5.
- #56 R. Velazquez-Cayon & al. « **Mechanical resistance of zirconium implant abutments : A review of the literature.** » Medicina Oral Patologia Oral y Cirugia Bucal 2012 Mar 1;17 (2):e246-50.
- #57 DJ. Fasbinder « **Materials for chairside CAD/CAM restorations** » Compendium of continuing education in dentistry 2010 Nov-Dec;31(9):702-4, 706, 708-9.

#58 **TiBase. Notice d'utilisation.** Sirona Dental System GmbH

#59 C. Josset « **Ti-Base et couronne hybride sur implant unitaire** » Le fil dentaire 2014 - www.lefildentaire.com/articles/clinique/implantologie/ti-base-et-couronne-hybride-sur-implant-unitaire/

#60 P. Gehrke & al. « **In Vitro Fatigue and Fracture Resistance of One- and Two-Piece CAD/CAM Zirconia Implants Abutments.** » The International Journal of Oral & Maxillofacial Implants. 2015 May-Jun;30(3):546-54.

#61 **Brochure Monobond Plus - Ivoclar Vivadent clinical**

#62 **Brochure Multilink Hybrid Abutment - Ivoclar Vivadent clinical**

#63 F. Beuer J. Groesser J. Schweiger J. Hey JF. Güth M. Stimmelmayer « **The Digital One-Abutment/One-Time Concept. A Clinical Report** » Journal of Prosthodontics 00 (2014) 1–6



Approbation – Improbation

Les opinions émises par les dissertations présentées, doivent être considérées comme propres à leurs auteurs, sans aucune approbation ou improbation de la Faculté de Chirurgie dentaire (1).

Lu et approuvé,

Vu,
Nice, le

Le Président du jury,

Le Doyen de la Faculté de
Chirurgie Dentaire de l'UNS

Professeur

Professeur Armelle MANIERE

(1) Les exemplaires destinés à la bibliothèque doivent être obligatoirement signés par le Doyen et par le Président du Jury.

Serment d'Hippocrate

*En présence des Maîtres de cette Faculté, de mes chers condisciples,
devant l'effigie d'Hippocrate,*

*Je promets et je jure, au nom de l'Etre Suprême, d'être fidèle aux lois
de l'Honneur et de la probité dans l'exercice de La Médecine Dentaire.*

*Je donnerai mes soins gratuits à l'indigent et n'exigerai jamais un
salaire au-dessus de mon travail, je ne participerai à aucun partage
clandestin d'honoraires.*

*Admis dans l'intérieur des maisons, mes yeux ne verront pas ce qui se
passe, ma langue taira les secrets qui me seront confiés et mon état ne
servira pas à corrompre les mœurs ni à favoriser le crime.*

*Je ne permettrai pas que des considérations de religion, de nation, de
race, de parti ou de classe sociale viennent s'interposer entre mon
Devoir et mon patient.*

Je garderai le respect absolu de la vie humaine dès sa conception.

*Même sous la menace, je n'admettrai pas de faire usage de mes
connaissances médicales contre les lois de l'Humanité.*

*Respectueux et reconnaissant envers les Maîtres, je rendrai à leurs
enfants l'instruction que j'ai reçue de leurs pères.*

*Que les hommes m'accordent leur estime si je suis fidèle à mes
promesses,*

*Que je sois couvert d'opprobre et méprisé de mes confrères si j'y
manque.*